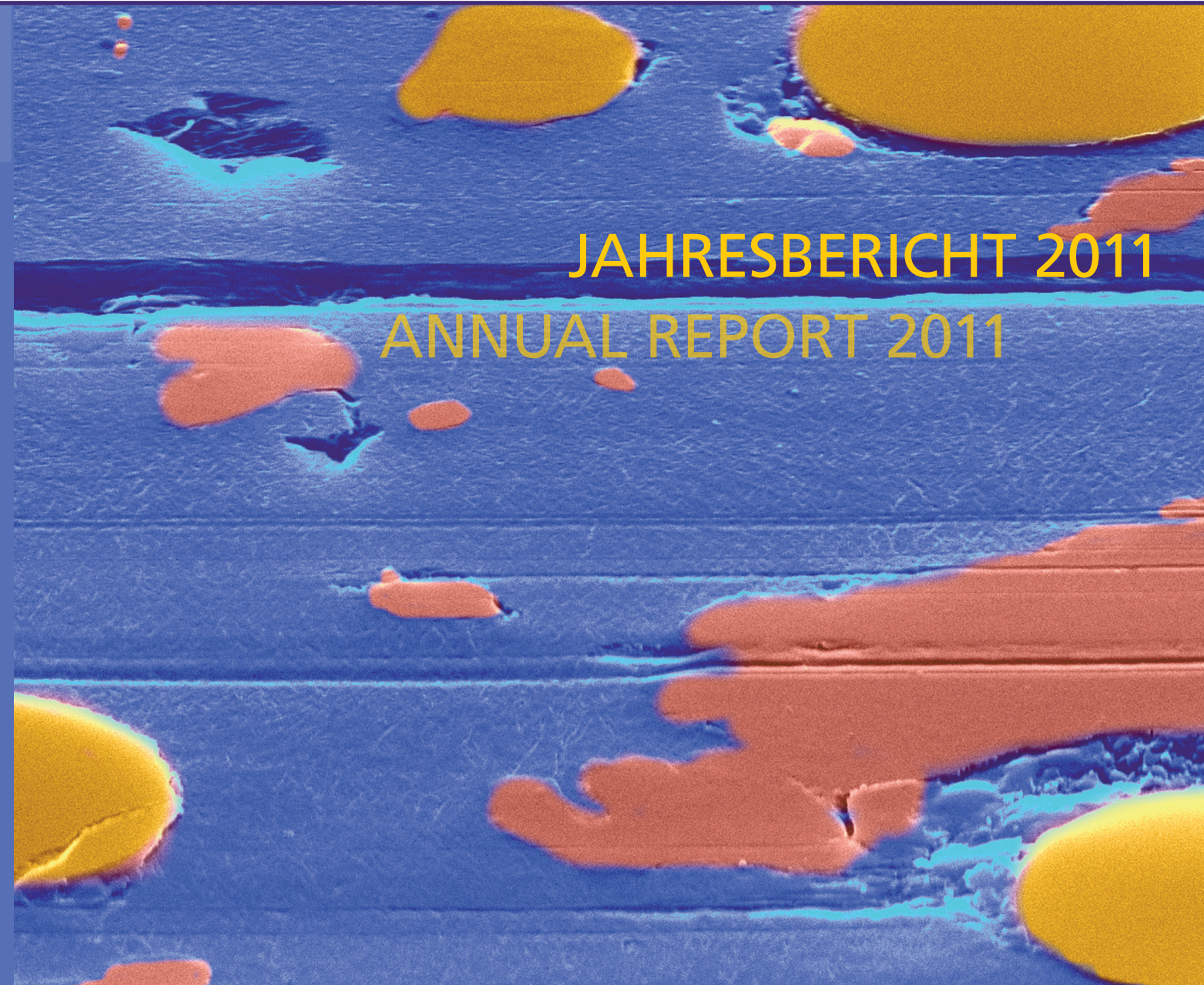


Jahresbericht 2011

© Institut für Verbundwerkstoffe GmbH  
Erwin-Schrödinger-Str. Geb.58  
67663 Kaiserslautern  
Tel: +49 (0)631 2017-0  
Fax: +49 (0631) 2017-199  
internet: <http://www.ivw.uni-kl.de>



# 2011



**JAHRESBERICHT 2011**  
**ANNUAL REPORT 2011**

Photo Stefan Schmitt: Surface of a CF / PTFE / PEEK composite blend after a wear test

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH  
Kaiserslautern



Liebe Kunden,  
Partner und Freunde des IVW,  
Sehr geehrte Damen und Herren,

Im gerade vergangenen Jahr 2011 hat die deutsche Bundesregierung die Energiewende ausgerufen, und mehr als zuvor dominieren die Themen Energieeffizienz, Ressourcenschonung und CO<sub>2</sub>-Footprint die Schlagzeilen in Politik und Wirtschaft. Dem bezahlbaren Leichtbau mit fortschrittlichen Composites kommt deswegen eine besonders große Bedeutung zu. Gerade im Transportwesen (Automobil, Luftfahrt, Schienenverkehr) und in der Energieerzeugung (Windkraft, Wasserkraft, Solarenergie), aber auch im Maschinen- und Anlagenbau (Composites für schnell bewegte Massen, Tribologie) ist der Bedarf an neuen Werkstoffen groß, um mit optimierten Bauweisen und effizienten Fertigungsverfahren zu marktrelevanten Produktvorteilen zu kommen. Wir am Institut für Verbundwerkstoffe sind mit unseren Spezialisten und unseren Laboratorien Ihr F&E-Partner wenn es darum geht, Composites für die jeweilige Anwendung maßzuschneidern. Über 100 Mitarbeiter sorgen dafür, dass die Werkstoffe individuell funktionalisiert, die Konstruktion und Auslegung optimiert und die Verarbeitungsprozesse genau auf Ihre Bedürfnisse zugeschnitten werden können. Dafür haben wir unsere Anlagen- und Gerätetechnik, mit der wir Composite-Prototypen für viele Anwendungen im Maßstab 1:1 herstellen und testen können, um eine weitere entscheidende Komponente erweitert: Mit unserer neuen Folien- und Plattenextrusionsanlage können wir zukünftig auch thermoplastische Polymere gezielt für Sie funktionalisieren und anschließend mit unserer vorhandenen Anlagentechnik zum faserverstärkten Halbzeug bzw. zum fertigen Bauteil weiterverarbeiten. Auch für die Bauteilprüfung haben wir unser Angebot erweitert: Mit einer neuen Hochfrequenz-

Prüfeinrichtung können wir jetzt bis 100 Hz und 15 kN zyklisch prüfen. Neben unseren Aktivitäten für Anwendungen mit Kohlenstoff- und Glasfasern verstärken wir auch unsere Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Biocomposites. Hier arbeiten wir mit Polymeren, bei denen eine Verstärkung durch spezielle Naturfasern erzielt wird. Das IVW entwickelt dafür sowohl Verbesserungen der Verarbeitungsprozesse als auch der strukturellen Leistungsfähigkeit dieser Werkstoffklasse. Neu ist außerdem auch unser Kompetenzfeld „Smart Structures“: Hier bündeln wir all unser Wissen zur Auslegung und Realisierung, aber auch zur Simulation und zum Test von Strukturen mit multifunktionalen, sensorisch und aktuatorisch aktiven Verbundwerkstoffen.

Damit Sie zukünftig noch einfacher auf unsere Angebote zugreifen können, haben wir auch unseren Internetauftritt neu gestaltet: [www.ivw.uni-kl.de](http://www.ivw.uni-kl.de) oder einfach [www.thefutureiscomposite.com](http://www.thefutureiscomposite.com).

Bitte besuchen Sie uns!

Herzlichst Ihr



Ulf Breuer







Dear customers,  
partners and friends of IVW,

Dear Sir or Madam,

In the year 2011 the German government has called for a turnaround in energy policy, and more than ever before topics such as energy-efficiency, conservation of resources and CO<sub>2</sub>-footprint are the dominating headlines in politics and economy. Affordable light weight design with advanced composites is a key aspect in almost all industrial sectors. The demand for new materials is enormous, especially in transportation (automotive, aerospace, rail transportation), energy generation (wind power, water power, solar energy) but also within the machine building industry (composites for fast moving masses, tribology) in order to achieve added product value and business leads by means of optimized design and efficient manufacturing processes. It is us from the Institute for Composite Materials who have the expertise and the laboratory equipment to act as your R&D partner whenever composites have to be tailored to your needs. More than 100 employees take care of functionalizing polymer-based materials, optimizing composite design and developing advanced manufacturing technology for you. We have just upgraded our laboratory equipment, ready to develop, manufacture and test composite structures in a 1:1 scale for many applications by another important component: By means of our new film and plate extrusion line we are now able to functionalize thermoplastic polymers and process them in subsequent steps to reinforced semi-finished materials or composite parts. Furthermore, we have expanded our component testing: A new high frequency test facility enables cyclic tests of up to 100 Hz and 15 kN. In addition to our activities for applications with carbon and glass fibers

we also intensify our developmental work in the area of biocomposites. Here, we are working with polymers reinforced by special natural fibers. The institute is developing both, improvements of the manufacturing processes and the structure mechanical performance of this material class. Another novelty is our competence field "Smart Structures", combining all of our knowledge for the design and realization, but also for simulation and testing of structures with multifunctional, sensory and actuator active composites.

In order to access our services more easily we have redesigned our internet presence: [www.ivw.uni-kl.de](http://www.ivw.uni-kl.de) or simply [www.thefutureiscomposite.com](http://www.thefutureiscomposite.com).

Please visit us!

Cordially yours

Ulf Breuer

# 2011

Die Institut für Verbundwerkstoffe GmbH  
auf einen Blick

*The Institute for Composite Materials GmbH  
at a Glance*

|   |     |
|---|-----|
| Gesamthaushalt [Mio. €] / Overall Budget [m€]                       | 8,1 |
| Eingeworbene Projektmittel [Mio.€] / Acquired Project Funding [m€]  | 4,4 |
| Investitionen [Mio.€] / Investments [m€]                            | 1,0 |
| Projekte / Projects   | 189 |
| Veröffentlichungen, Vorträge, Poster / Publications, Talks, Posters | 93  |
| Vorlesungen, Labore / Lectures, Laboratories                        |     |
| SS [SWH]  | 9   |
| WS [SWH]  | 18  |
| Promotionen / Doctorates  | 4   |
| Mitarbeiter / Staff   |     |
| Stammpersonal / Permanent Staff                                     | 98  |
| Doktoranden / PhD Students  | 6   |
| Gastwissenschaftler / Guest Scientists                              | 18  |
| Wissenschaftliche Hilfskräfte / Student Assistants                  | 44  |



## INHALT CONTENT

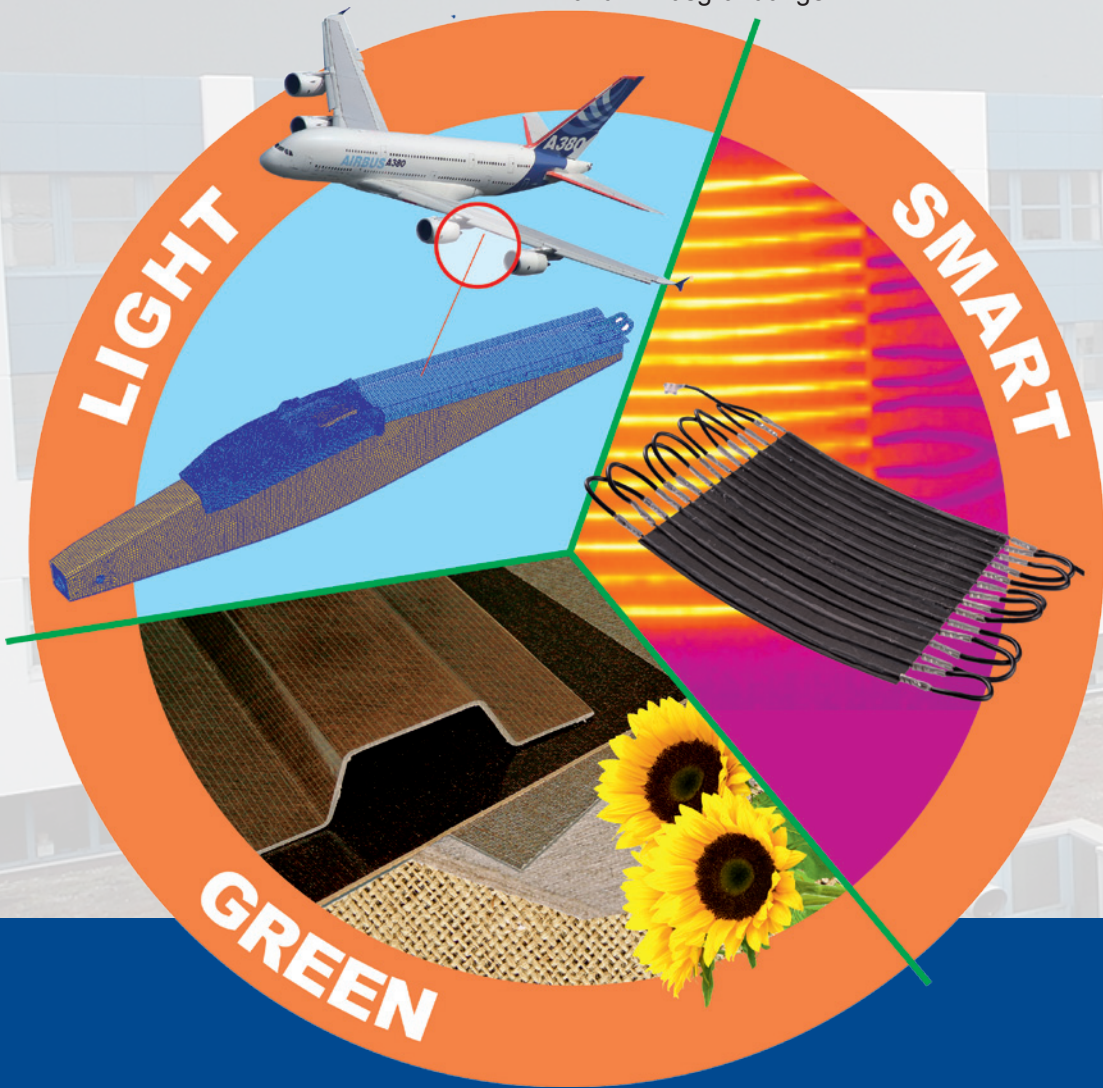
|   |     |  |
|---|-----|--|
| Mission / <i>Mission</i>  | 6   |  |
| Branchen / <i>Sectors</i>   | 8   |  |
| Kompetenzfelder / <i>Fields of Competence</i>                                       | 10  |  |
| Technologien / <i>Technologies</i>  | 36  |  |
| Projekte / <i>Projects</i>  | 38  |  |
| Mitarbeiter / <i>Staff</i>  | 110 |  |
| Technologietransferteam / <i>Technology Transfer Team</i>                           | 116 |  |
| Kom-K-Tec   | 118 |  |
| Industriekooperationen / <i>Industrial Cooperation</i>                              | 120 |  |
| Mitgliedschaften in Verbänden<br><i>Memberships in Associations and Federations</i> | 122 |  |
| Ausgründungen / <i>Spin-offs</i>  | 124 |  |
| Weltweites Netzwerk / <i>Global R&amp;D Network</i>                                 | 130 |  |
| Kooperation mit der TU KL / <i>Cooperation - TU KL</i>                              | 132 |  |
| Lehre / <i>Teaching</i>   | 134 |  |
| Schutzrechte / <i>Patents</i>   | 136 |  |
| Messen / <i>Trade Fairs</i>   | 138 |  |
| Besondere Ereignisse / <i>Special Events</i>  | 140 |  |

## ANLAGE ANNEX

|   |     |  |
|---|-----|--|
| Veröffentlichungen / <i>Publications</i>                      | 152 |  |
| Poster  | 156 |  |
| Interne Kolloquien / <i>Internal Colloquia</i>                | 157 |  |
| Promotionen / <i>Doctorates</i>                               | 158 |  |
| Gastwissenschaftler / <i>Guest Scientists</i>                 | 159 |  |
| Internationale Kooperation / <i>International Cooperation</i> | 160 |  |
| Fachgremien / Begutachtungen / <i>Expert Panels / Reviews</i> | 161 |  |

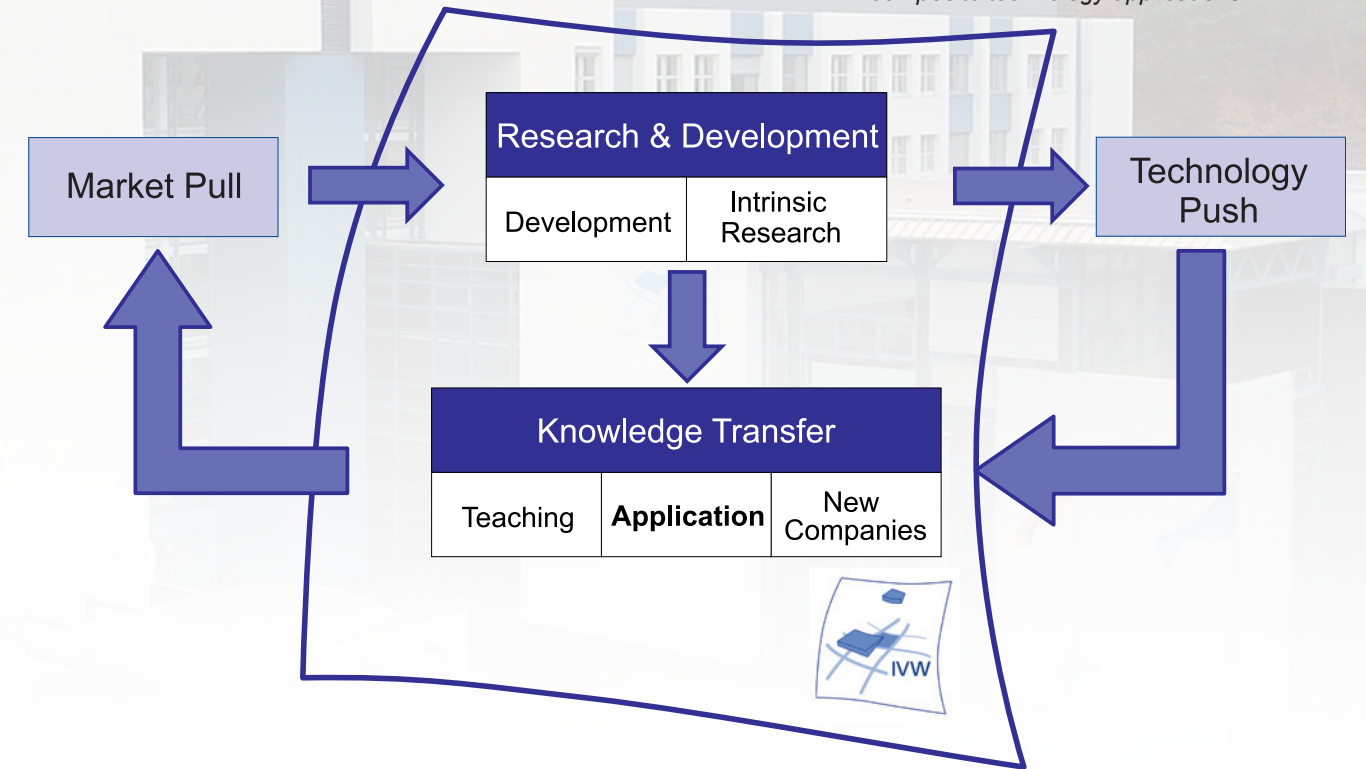


Das IVW ist eine gemeinnützige Forschungseinrichtung und hat den Auftrag, neue Anwendungen für Verbundwerkstoffe zu entwickeln. In zahlreichen Verbundvorhaben und bilateralen Industrieprojekten werden deswegen neue Werkstoffe, Bauweisen und Verfahren auf ihre Eignung untersucht und nach der Erarbeitung des nötigen Grundlagenverständnisses der Zusammenhänge für die jeweiligen praktischen Anforderungen maßgeschneidert („Auftragsforschung“). Daneben werden auch ganz eigene Ideen verfolgt und bewertet („intrinsische Forschung“). Das in der Forschung und Entwicklung erworbene Wissen wird transferiert: in die Anwendung, in die Lehre und in Ausgründungen.



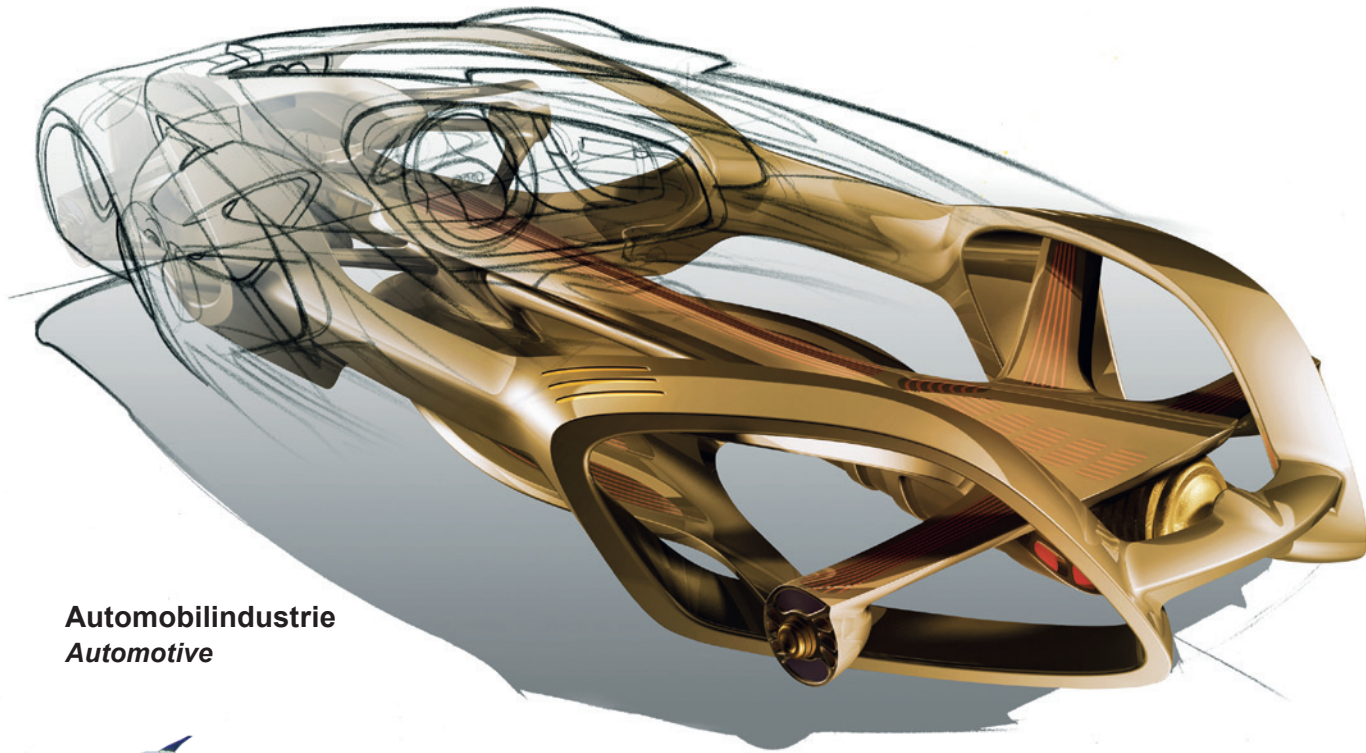
*The Institute for Composite Materials (IVW) is a non-profit organization. It develops new composite applications. In various joint ventures with industrial customers and within funded research programs new materials, advanced composite design schemes, and manufacturing processes are investigated and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

Forschung & Entwicklung für Anwendungen der Composite-Technologien  
 Research & development for composite technology applications





**Anwendungen für Verbundwerkstoffe**  
*Applications for Composite Materials*



**Automobilindustrie**  
*Automotive*



**Luftfahrt**  
*Aeronautics*

| BRANCHEN   | SECTORS  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Automobil</li> <li>Luftfahrt</li> <li>Maschinenbau</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Automotive</li> <li>Aeronautics</li> <li>Engineering</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Raumfahrt</li> <li>Sport und Freizeit</li> <li>Baugewerbe</li> <li>Energie</li> <li>Militär und Sicherheit</li> <li>Medizintechnik</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Astronautics</li> <li>Sports and Recreation</li> <li>Construction Industry</li> <li>Energy</li> <li>Military and Security</li> <li>Medical Engineering</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Schiffsbau</li> <li>Elektroindustrie</li> <li>Chemie</li> <li>IT</li> <li>Sonstige</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Shipbuilding</li> <li>Electrical Industry</li> <li>Chemical Industry</li> <li>IT</li> <li>Other</li> </ul>  |

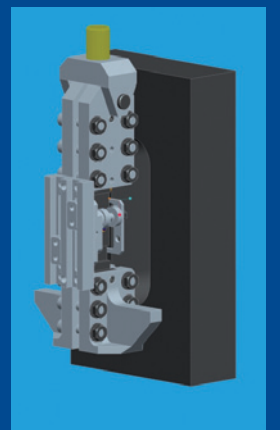
**Sport und Freizeit**  
*Sports and Recreation*



**Medizintechnik**  
*Medical Engineering*



**Maschinenbau**  
*Engineering*





**INHALT**

|  |    |
|--|----|
| Bauweisenentwicklung   | 12 |
| Prozesssimulation  | 14 |
| Crash und Energieabsorption<br>(Modellierung, Simulation und Prüfung)              | 16 |
| Ermüdung und Lebensdaueranalyse  | 18 |
| Smart Structures   | 20 |
| Nanocomposites   | 22 |
| Tribologie   | 24 |
| Tailored Polymers & Compounds  | 26 |
| Verarbeitung von Fließpressmassen  | 28 |
| Verarbeitung unidirektionaler FKV  | 30 |
| Prozesskette zur Verarbeitung<br>textilverstärkter thermoplastischer FKV-Halbzeuge | 32 |
| Prozesskette zur Verarbeitung<br>textilverstärkter duroplastischer FKV-Halbzeuge   | 34 |

**CONTENT**

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Design of Composite Structures</i>                                     | <b>13</b> |
| <i>Process Simulation</i>   | <b>15</b> |
| <i>Crash and Energy Absorption<br/>(Modeling, Simulation and Testing)</i> | <b>17</b> |
| <i>Fatigue and Fatigue Life Analysis</i>                                  | <b>19</b> |
| <i>Smart Structures</i>   | <b>21</b> |
| <i>Nanocomposites</i>   | <b>23</b> |
| <i>Tribology</i>  | <b>25</b> |
| <i>Tailored Polymers &amp; Compounds</i>                                  | <b>27</b> |
| <i>Compression Molding</i>  | <b>29</b> |
| <i>Processing of Unidirectional FRP</i>                                   | <b>31</b> |
| <i>Processing of Textile Reinforced Thermoplastic FRP</i>                 | <b>33</b> |
| <i>Processing of Textile Reinforced Thermoset FRP</i>                     | <b>35</b> |

## Bauweisenentwicklung

Der Bereich Bauweisenentwicklung umfasst die beanspruchungs- und fertigungsgerechte Entwicklung von 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 (insbesondere ANSYS) mit speziellen Vernetzungs- und CAD-Programmen (ANSA bzw. Pro-Engineer) und eigenentwickelte Subroutinen zur Modellierung und Beschreibung von Festigkeit und Versagensmechanismen von FKV (Festigkeitskriterien, Degradation, nicht-lineare Materialmodelle, Einheitszellenmodellierung, Varianzanalyse).

| Branchen               | Anwendungen (Beispiele)                                   |
|------------------------|---|
| Luftfahrt              | Rumpf- und Leitwerkstrukturen<br>Hochauftriebskomponenten |
| Automobilbau           | Karosserie- und<br>Fahrwerkstrukturen                     |
| Maschinenbau           | schnell bewegte Maschinenteile                            |
| Sport und Freizeit     | Fahrradrahmen   |
| Militär und Sicherheit | lasttragende Strukturen                                   |
| Energie                | Druckbehälter   |



### Typische Werkstoffe

GFK  
CFK  
kontinuierlich faserverstärkte Polymere

### Spezielle Leistungsmerkmale:

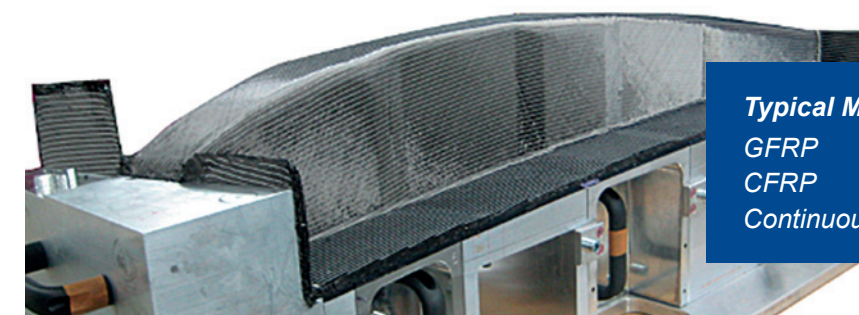
- eigene FE-Routinen zur 2D/3D-Festigkeitsberechnung (Puck-Wirkebenenkriterium) einschließlich Degradationsanalyse
- Berücksichtigung von nichtlinearem Werkstoffverhalten
- analytisches Laminatanalysewerkzeug LION (Eigenentwicklung)
- optische 3D-Dehnungs- und Verformungsmessung im Millimeter- bis Metermaßstab mit FE-Strukturanalyse-Kopplung (ANSYS), Acoustic-Emission- und Phased-Array-Ultraschall-Messtechnik

KONTAKT: PD Dr.-Ing. habil. Norbert Himmel, © +49 (0)631 2017-303, [norbert.himmel@ivw.uni-kl.de](mailto:norbert.himmel@ivw.uni-kl.de)

## Design of Composite Structures

The area design of composite structures covers the development of 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 programme systems (especially ANSYS) with specialized meshing and CAD programmes (ANSA, Pro-Engineer) and inhouse developed subroutines for modelling and description of strength and failure mechanisms of FRP (strength criteria, degradation, non-linear material models, unit cell modelling, variance analysis) are applied.

| Economic Sectors      | Applications (Examples)                            |
|-----------------------|--|
| Aerospace             | Fuselage and tail structures, high lift components |
| Automotive            | Body-in-white and undercarriage structures         |
| Engineering           | Highly accelerated machine parts                   |
| Sports and Recreation | Bicycle frames                                     |
| Military and Security | Load bearing structures                            |
| Energy                | Pressure vessels                                   |



### Typical Materials

GFRP  
CFRP  
Continuously fiber reinforced polymers

### Special Expertise:

- FE routines (in-house development) for 2D/3D strength calculation (Puck's action plane criterion) including degradation analysis
- Consideration of nonlinear material behavior
- Analytical laminate analysis tool LION (in-house development)
- Optical 3D strain and deformation measurement system in millimeter up to meter scale with FEA interface (ANSYS), acoustic emission and phased array ultrasonic measurement equipment

CONTACT: PD Dr.-Ing. habil. Norbert Himmel, © +49 (0)631 2017-303, [norbert.himmel@ivw.uni-kl.de](mailto:norbert.himmel@ivw.uni-kl.de)

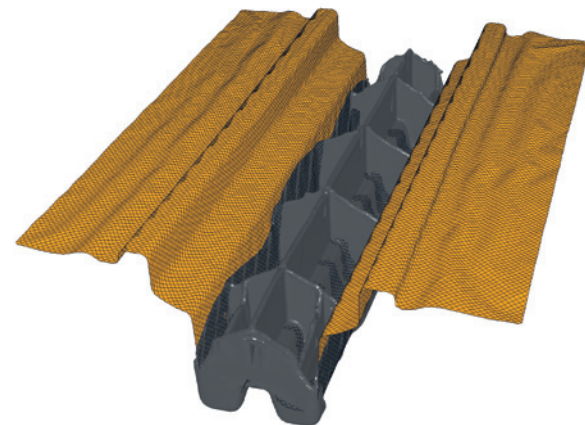


## Prozesssimulation

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, zu verfeinern und zu optimieren. Die Prozesssimulation am IVW konzentriert sich derzeit auf die folgenden fünf Verarbeitungsschwerpunkte: die Verarbeitung von Organoblechen, Harzinjektionsverfahren, die Verarbeitung thermoplastischer Verbundwerkstoffe mit Hilfe des elektromagnetischen Induktionsverfahrens, die Verarbeitung unidirektionaler Faserkunststoffverbunde mittels Wickel- und Tapelegetechnik sowie von Fließ- und Formpressmassen. Prozesssimulation beginnt mit Materialcharakterisierung, einer Methodik zur Beschreibung des Werkstoffverhaltens, wie z.B. des Deformations- und Fließverhaltens unter den vorliegenden Prozessbedingungen. Die Experimente liefern die Eingangs- und Validierungs-

daten für die Computersimulationen. Die umfassende numerische Simulation von Bauteilen und Fertigungsprozessen wird von den Softwareentwicklern häufig auch als „virtuelle Produktentwicklung und Fertigung“ bezeichnet.

| Branchen               | Anwendungen (Beispiele) |
|------------------------|-------------------------|
| Luftfahrt              | Fahrwerksklappe         |
| Automobilbau           | Bodenstruktur           |
| Maschinenbau           | Walzen                  |
| Sport und Freizeit     | Surfbretter             |
| Militär und Sicherheit | Diverse                 |
| Energie                | Rotorblätter            |



### Typische Werkstoffe

GFK  
CFK  
kontinuierlich verstärkte Systeme

### Spezielle Leistungsmerkmale:

- Das Simulatonstool ProSimFRT beschreibt den kontinuierlichen Konsolidierungsprozess thermoplastischer FKV (Tapelegen)

KONTAKT: Dr. Miro Duhovic, © +49 (0)631 2017-363, miro.duhovic@ivw.uni-kl.de

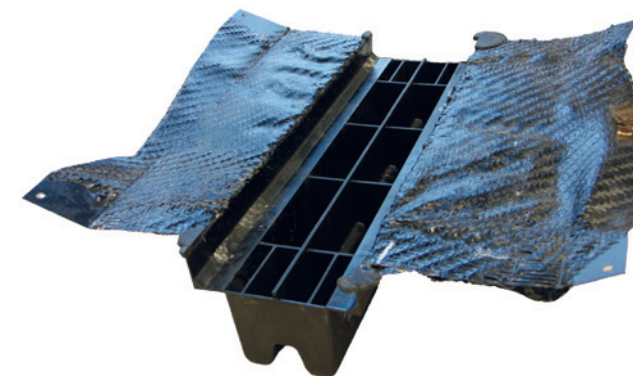
## Process Simulation

Today, process simulation plays a crucial role in composite manufacturing science. It helps us understand, refine and optimize the processes we use to make composite parts. At IVW, process simulation is focused on five key topics: processing of thermoplastic

sheet materials, liquid composite molding processes, processing of thermoplastics by induction, thermoplastic tape laying and winding and processing of bulk molding and structural molding compound materials.

Process simulation begins with material characterization, a procedure of defining and measuring of the material's behavior, usually deformation or flow, under the certain conditions experienced during manufacturing. In most cases temperature, pressure and time are the key parameters. The experiments provide the source of input and form or verification required for computer simulations which can then be performed in place of physical experiments using mathematical and engineering software tools, essentially allowing what some engineering software providers have termed "virtual manufacturing".

| Economic Sectors      | Applications (Examples) |
|-----------------------|-------------------------|
| Aerospace             | Landing gear door       |
| Automotive            | Floor structure         |
| Engineering           | Rollers                 |
| Sports and Recreation | Surfboards              |
| Military and Security | Various                 |
| Energy                | Rotor blades            |



### Typical Materials

GFRP  
CFRP  
Continuously reinforced systems

### Special Expertise:

- The simulation tool ProSimFRT characterizes the continuous consolidation process of thermoplastic fiber reinforced composites (tape placement)

CONTACT: Dr. Miro Duhovic, © +49 (0)631 2017-363, miro.duhovic@ivw.uni-kl.de

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

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

| Branchen     | Anwendungen (Beispiele)                                 |
|--------------|---|
| Automobilbau | Stoßfängerträger, Crashabsorber, Innenverkleidungsteile |
| Luftfahrt    | Verbindungen, Streben                                   |
| Maschinenbau | Hoch beschleunigte Maschinenteile, Gehäuse              |

### Typische Werkstoffe

CFK, GFK, AFK,  
kontinuierliche und diskontinuierliche Faserverstärkung



### Spezielle Leistungsmerkmale:

- Moderne Versuchsanlagen und -technik:
  - Hochgeschwindigkeitsprüfmaschine: Temperaturvariante Werkstoffcharakterisierung bei Geschwindigkeiten von 0,1 mm/s bis 20 m/s
  - Craschanlage bis 22 kJ Impaktenergie für Bauteiltests an Substrukturen
  - Fallturmanlagen für Falltests bis 3 kJ Impaktenergie
  - Lokale optische Verformungsmessung zur Simulationsvalidierung
- Validierung von FE-Modellen für FKV
- FE-Modellierung mit ABAQUS und LS-Dyna

KONTAKT: Dr.-Ing. Sebastian Schmeer, © +49 (0)631 2017-322, sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de

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

In this field of competence experimental and simulative analysis of materials, structures and joints, especially influenced by strain rate and temperature, are investigated. Key aspects are the validation of FE-models on material and structure level as well as the improvement of energy absorption in tension and bending loaded composite structures and joints.

| Economic Sectors | Applications (Examples)                     |
|------------------|---|
| Automotive       | Bumper beam, crash absorber, interior parts |
| Aerospace        | Joints, beams                               |
| Engineering      | Highly accelerated machine parts, housings  |

### Typical Materials

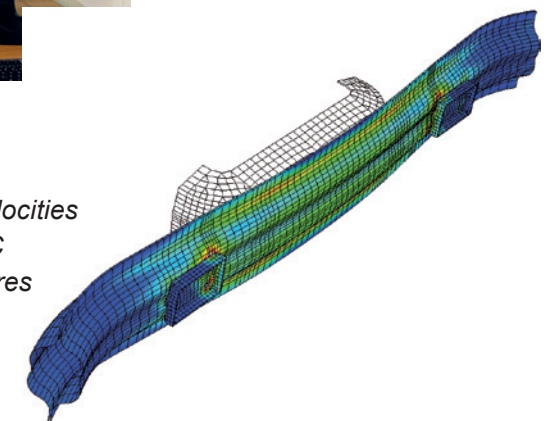
CFRP, GFRP, AFRP,  
continuous and discontinuous fiber reinforcement



### Special Expertise:

- Modern testing equipment and technologies:
  - High speed tension machine: Material characterization at velocities of 0.1 mm/s to 20 m/s at 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
- Validation of FE-models for composites
- FE-modeling by ABAQUS and LS-Dyna

CONTACT: Dr.-Ing. Sebastian Schmeer, © +49 (0)631 2017-322, sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de

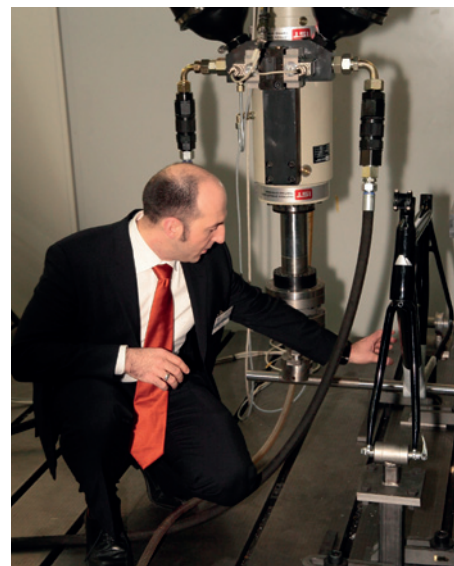




## Ermüdung und Lebensdaueranalyse

Im Bereich Ermüdung und Lebensdaueranalyse erfolgt die experimentelle Charakterisierung und Modellierung des Schwingermüdungsverhaltens endlosfaserverstärkter Kunststoffe, die Ermittlung von Eingangsgrößen für die rechnerische Lebensdaueranalyse (Zeitfestigkeit, Restfestigkeitsabfall und Steifigkeitsdegradation) und Erzeugung linearer und nichtlinearer Ansatzfunktionen, die schichtweise Lebensdaueranalyse von Faser-Kunststoff-Verbunden für analytisch beschreibbare Spannungszustände auf der Grundlage der klassischen Laminattheorie und für dünnwandige, moderat gekrümmte Schalenstrukturen mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode sowie der experimentelle Lebensdauernachweis an ein- und mehrachsig belasteten komplexen Strukturen.

| Branchen               | Anwendungen (Beispiele)        |
|------------------------|--------------------------------|
| Automobilbau           | Karosseriestrukturen           |
| Maschinenbau           | schnell bewegte Maschinenteile |
| Militär und Sicherheit | lasttragende Strukturen        |



### Typische Werkstoffe

GFK  
CFK  
kontinuierlich faserverstärkte Systeme

### Spezielle Leistungsmerkmale:

- Rechnerische Lebensdaueranalyse
- Vielfältige Prüfmöglichkeiten und Messverfahren
  - Bauteilprüfstand mit 6-Kanal-Steuerung
  - Werkstoffprüfstände
  - Hochfrequenzprüfstand
  - Optische 3D-Dehnungs- und Verformungsmessung mm bis m
  - Kopplung an FE-Strukturanalyse (Ansys)
  - Ortsaufgelöste Laser- und Videoextensometrie
  - Acoustic-Emission- und Phased-Array-Ultraschall-Messtechnik

KONTAKT: PD Dr.-Ing. habil. Norbert Himmel, © +49 (0)631 2017-303, [norbert.himmel@ivw.uni-kl.de](mailto:norbert.himmel@ivw.uni-kl.de)

## Fatigue and Fatigue Life Analysis

In the area of fatigue and fatigue life analysis research is being carried out for subjects as follows: experimental characterization and modeling of the fatigue behavior of continuously fiber reinforced polymers, the identification of input parameters for the fatigue life analysis (i.e. fatigue strength, decrease of residual strength, stiffness degradation) and the generation of linear and non-linear models; the layer-based fatigue life analysis of polymer composites on the basis of the classical laminate theory (analytically describable stress conditions) and by using the finite element method (complex geometry thin-walled and moderately curved structures) as well as the experimental fatigue life testing of uni- and multi-axially loaded complex structures.

| Economic Sectors      | Applications (Examples)          |
|-----------------------|----------------------------------|
| Automotive            | Body structures                  |
| Engineering           | Highly accelerated machine parts |
| Military and Security | Load bearing structures          |



### Typical Materials

GFRP  
CFRP  
Continuously fiber reinforced polymers

### Special expertise:

- Fatigue life simulation
- Multiple test facilities and measurement methods
  - Component test rig with 6 channel control
  - Material test rigs
  - High frequency test rig
  - 3D optical strain and deformation measurement mm to m
  - Linking of strain and deformation measurement to structural FEA (Ansys)
  - Locally resolved laser and video extensometry
  - Acoustic emission and phased array ultrasonic measurement equipment

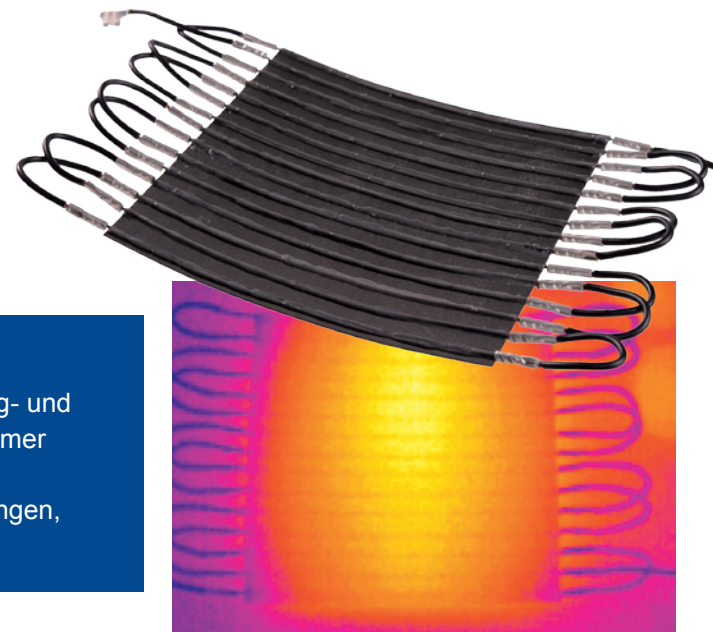
CONTACT: PD Dr.-Ing. habil. Norbert Himmel, © +49 (0)631 2017-303, [norbert.himmel@ivw.uni-kl.de](mailto:norbert.himmel@ivw.uni-kl.de)

## Smart Structures

Das Kompetenzfeld „Smart Structures“ entwickelt multifunktionale Faserverbundstrukturen mit strukturangepasster Aktuatorik oder Sensorik für verschiedenste Anwendungen, z.B. im Luftfahrtbereich, im Fahrzeugbau oder in der Anlagentechnik. Durch die Integration aktiver Elemente, z.B. aus Piezokeramik oder Formgedächtnislegierungen, in lang- oder kurzfaserverstärkte Verbundwerkstoffe entstehen sogenannte Smart Structures. Diese lassen sich durch externe Signale ansteuern oder schalten, detektieren Belastungen oder dienen der Energiegewinnung. Nach der Auslegung mit Finite-Elemente-Methoden können wir solche Werkstoffe und Strukturen mit Standard-Verarbeitungsmethoden herstellen und 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.

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



### Typische Werkstoffe

Faserverbundwerkstoffe: GFK, CFK, lang- und kurzfaserverstärkt, thermoplastisch, duromer

Piezokeramiken, Formgedächtnislegierungen, Polymere als Aktuatoren

### Spezielle Leistungsmerkmale:

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

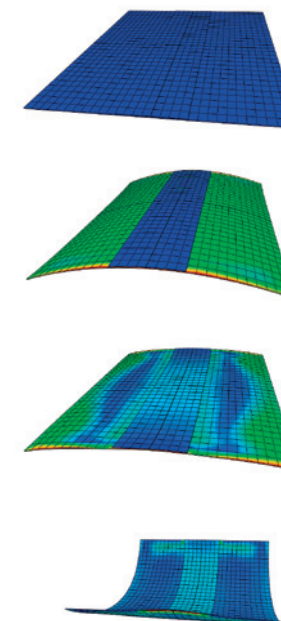
KONTAKT: Dr. rer. nat. Martin Gurka, © +49 (0)631 2017-369, martin.gurka@ivw.uni-kl.de

## Smart Structures

Multifunctional fiber reinforced composites with integrated sensors or actuators, suitable for various applications (e.g. automotive, aeronautics, engineering), are developed in the field of competence “Smart Structures”. The integration of active components, e.g. made from piezo ceramics or shape memory alloys, converts long or short fiber reinforced composite materials into so-called smart structures, capable to sense external loads or to react by mechanical deformation. The potential to convert mechanical vibrations or thermal energy into electric energy enables other useful applications like energy harvesting. Our range

of services covers the complete developmental supply chain, from design and manufacturing with standard processing methods to the testing of materials or complete components. The institute’s ability to verify simulations by comparing them with test results is closing the loop.

| Economic Sectors    | Applications (Examples)        |
|---------------------|--------------------------------|
| Automotive          | Flaps, mechanisms, positioners |
| Aerospace           | Vibration and noise control    |
| Engineering         | Fasteners, mechanisms          |
| Energy              | Structural monitoring          |
| Medical Engineering | Orthoses, integrated actuators |



### Typical Materials

Fiber reinforced composites: glass fibers, carbon fibers, long and short fiber reinforced, thermoplastic, thermoset

Piezo ceramics, shape memory alloys, polymers as actuators

### Special Expertise:

- „One Stop Shop“ design – simulation – realization – testing
- Combination of composite know-how with smart materials expertise

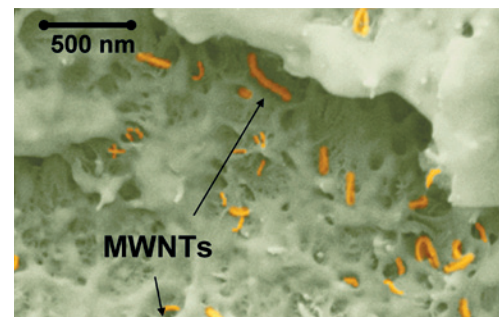
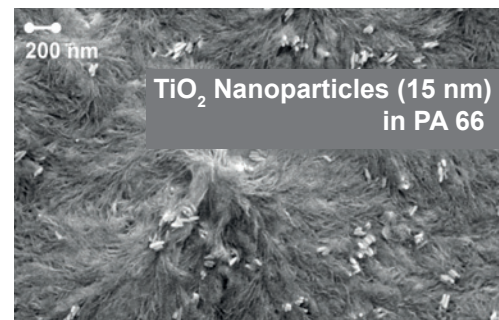
CONTACT: Dr. rer. nat. Martin Gurka, © +49 (0)631 2017-369, martin.gurka@ivw.uni-kl.de



## Nanocomposites

Das Kompetenzfeld Nanocomposites entwickelt funktionalisierte Polymerkomposite mit nanodispersen Füllstoffen. Auf der Basis von Duroplasten und Thermoplasten werden Bulk-Materialien, Beschichtungen und Klebstoffe in ihren Eigenschaften gezielt an Anwendungsanforderungen angepasst. Durch die Nano-Modifizierung lassen sich oftmals gegensätzliche Eigenschaften, wie Steifigkeit und Zähigkeit, optimieren. Neben der Formulierung neuer Materialzusammensetzungen werden, falls erforderlich, geeignete Nano-Füllstoffe nach Art und Größe hergestellt. Die erforderlichen Prozesse wie z.B. Dispergierungs- und Deagglomerationstechnologien oder Compoundierverfahren für Duroplaste, Thermoplaste und Elastomere (Dissolver, Tauchmühle, Ultraschall, Doppelschneckenextruder, Knetter) werden auf der Basis von Standardverfahren angepasst und weiterentwickelt.

| Branchen                  | Anwendungen (Beispiele)                        |
|---------------------------|--|
| Fahrzeugbau               | Gleitlagerbeschichtungen                       |
| Luftfahrt                 | Korrosionsschutz                               |
| Maschinen- und Anlagenbau | Flammschutz, Kratzfestigkeit, EM-Abschirmungen |
| Energietechnik            | Barriereigenschaften                           |
| Medizintechnik            | Verbesserung von Steifigkeit und Zähigkeit     |



### Typische Werkstoffe

Nanopartikel:

- SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mit funktionalisierter Oberfläche
- Graphite, CNTs, Graphene

Polymerklassen:

Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere

### Spezielle Leistungsmerkmale:

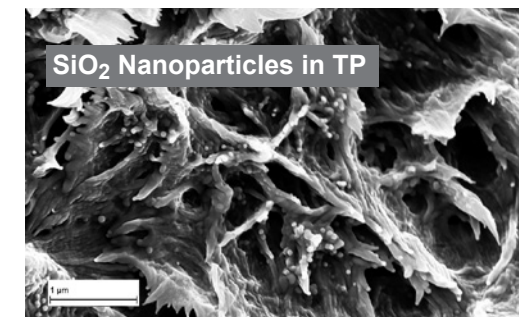
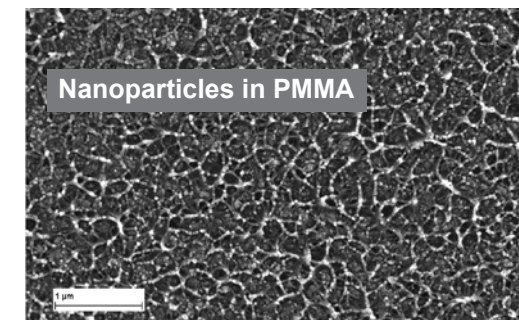
- Breites Spektrum an Deagglomerations- und Dispergiermethoden für Duroplaste und Thermoplaste
- Füllstoffsynthese oder Modifikation über Sol-Gel, Mikroemulsionstechnik oder Flüssigdosisierung

KONTAKT: Dr. rer. nat. Martin Gurka, © +49 (0)631 2017-369, martin.gurka@ivw.uni-kl.de

## Nanocomposites

In the field of nanocomposites functionalized polymer composites with nano dispersed fillers are developed. On the basis of thermosets and thermoplasts the properties of bulk materials, coatings, and adhesives are targeted to their specific application requirements. By nano modification contradictory properties like stiffness and toughness can often be optimized. Besides the formulation of new material combinations, suitable nano fillers are produced by type and size, if necessary. The required processes like dispersion and deagglomeration technologies or compounding methods for thermosets, thermoplasts, and elastomers (dissolver, torus mill, ultrasound, twin screw extruder, and kneader) are adapted and further developed on the basis of standard techniques.

| Economic Sectors                    | Applications (Examples)                         |
|-------------------------------------|---|
| Automotive                          | Tribo-Materials                                 |
| Aerospace                           | Corrosion protection                            |
| Engineering and Systems Engineering | Fire proofing, scratch resistance, EM shielding |
| Energy                              | Barrier coatings                                |
| Medical Engineering                 | Improvement of stiffness and toughness          |



### Typical Materials

Nanoparticles:

- SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> with functionalized surface
- Graphites, CNTs, graphenes

Polymer classes:

Thermoplasts, thermosets, and elastomers

### Special Expertise:

- Broad range of deagglomeration and dispersion methods for thermosets and thermoplasts
- Filler synthesis or modification by sol-gel, micro emulsion technique, or liquid metering

CONTACT: Dr. rer. nat. Martin Gurka, © +49 (0)631 2017-369, martin.gurka@ivw.uni-kl.de

## Tribologie

Im Forschungsbereich Tribologie befassen wir uns mit der Entwicklung und Optimierung von tribologisch beanspruchten Werkstoffen, sowohl was die Trockenbelastung als auch die Belastung unter Schmierbelastung anbelangt; dem Aufbau von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen basierend auf aktiven und inaktiven Füllstoffen, wie z.B. Glas- oder Kohlenstofffasern, keramische Partikel, Kautschukpartikel, Graphite oder PTFE, Nanopartikel; der Polymerwahl und Polymerzusammensetzung sowie der tribologischen Prüfung und Bewertung des Betriebsverhaltens

der neu entwickelten Compounds über eigenentwickelte Prüfanlagen, insbesondere Modellprüfstände.

| Branchen     | Anwendungen (Beispiele)  |
|--------------|--|
| Automobilbau | Lager und Lagerwerkstoffe  |
| Maschinenbau | schnell bewegte Maschinenteile, Kolben- und Walzenbeschichtungen |

### Typische Werkstoffe

Nano- und Mikropartikel

Faserverstärkte Polymerkomposite

- Duroplaste: PAI, EP, VE, UP, PH
- Thermoplaste: POM, PET, PPS, PEEK



### Spezielle Leistungsmerkmale:

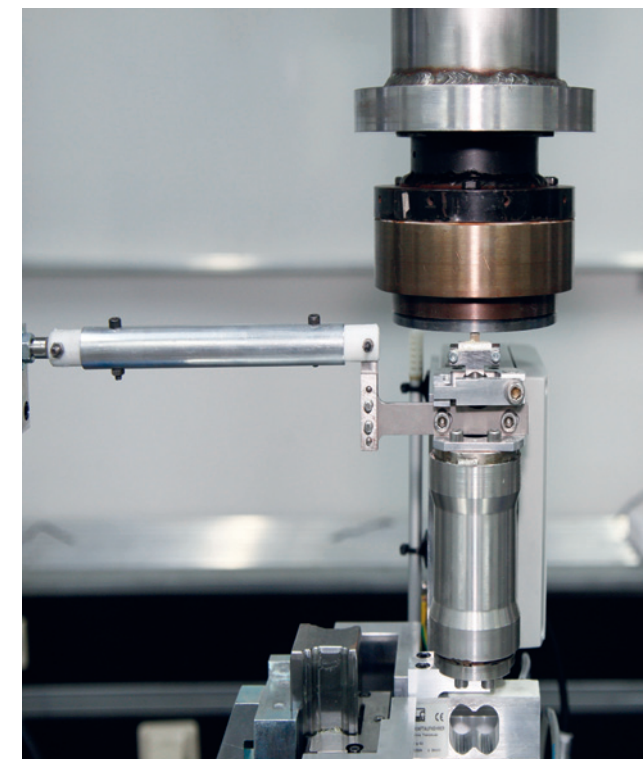
- Kombination aus tribologischer Werkstoffentwicklung (Polymerkomposite) mit Modellprüfung und Charakterisierung
- Netzwerk entlang der Prozesskette

KONTAKT: Dr. rer. nat. Thomas Burkhart, © +49 (0)631 2017-213, thomas.burkhart@ivw.uni-kl.de

## Tribology

In the area of tribology we develop and optimize tribologically stressed materials with regard to dry and boundary lubrication; the set-up of structure-property-relations based on active and inactive fillers, e.g. glass or carbon fibers, ceramic particles, rubber particles, graphites or PTFEs and nano particles; the selection of polymers and polymer compositions as well as tribological testing and assessment of the operating behavior of novel developed compounds via test equipment, developed in-house, especially model test facilities.

| Economic Sectors | Applications (Examples)   |
|------------------|---|
| Automotive       | Bearings and bearing materials  |
| Engineering      | Highly accelerated machine parts, piston bearings and calander coatings |



### Typical Materials

Nano and micro particles

Fiber reinforced polymer composites

- Thermosets: PAI, EP, VE, UP, PH
- Thermoplastics: POM, PET, PPS, PEEK

### Special Expertise:

- Combination of tribological material development (polymer composites) with model testing and characterization
- Set-up of networks along the process chain

CONTACT: Dr. rer. nat. Thomas Burkhart, © +49 (0)631 2017-213, thomas.burkhart@ivw.uni-kl.de



## Tailored Polymers & Compounds

In diesem Kompetenzfeld werden funktionale Polymerkomposite erforscht. Es wird der Einfluss von Zusammensetzung und herstellungsbedingter Werkstoffstruktur auf die funktionalen Eigenschaften (physikalisch, optisch, mechanisch und chemisch) sowie die Auswirkung der Verarbeitungstechnik auf das strukturelle Verhalten von schnittfaser-, endlosfaser-, textildfaser- und partikelverstärkten (bottom-up, top-down) Thermoplasten sowie Duroplasten untersucht. Dazu erfolgt die Entwicklung von MFCs, MPCs (Microfibrillar Composites, Microplate Composites) und IPNs (Interpenetrated Networks) sowie spezieller Hybridkomposite für z.B. tribologische Fragestellungen, Korrosionsschutz, Flammenschutz oder medizintechnische Anwendungen (Hydrogele). Neben den reinen Formulierungsarbeiten wird auch die Verarbeitungstechnik im Rahmen der Thermo-

plast- (Extrusion: fest/flüssig) und Duroplastherstellung (Dispergierung) optimiert.

| Branchen       | Anwendungen (Beispiele)    |
|----------------|----------------------------|
| Automobilbau   | Beschichtungen, Klebstoffe |
| Maschinenbau   | Lager-, Walzenwerkstoffe   |
| Medizintechnik | Kniegelenke, Hüftprothesen |
| Energie        | Behälter                   |

### Werkstoffkonzepte

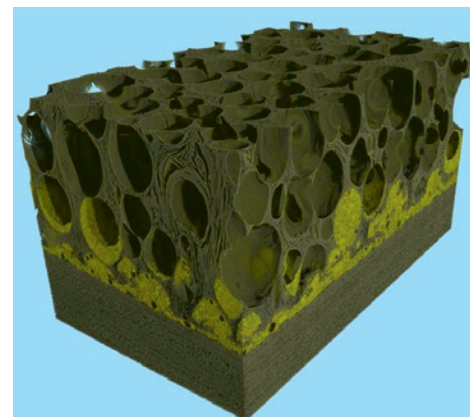
GFK, CFK, MFC, MPC, MLC

### Werkstoffklassen

Thermoplaste: PP, PA, PPS, PEEK, PLA, PAI, TPE

Duroplaste: EP, UP, VE, PH, FU

Elastomere: PU, NR, BR



### Spezielle Leistungsmerkmale:

- Prozess- und Werkstoffentwicklungen, insbesondere tribologische Anwendungen, sowie
- Hybridkomposite auf der Basis von Polymerblends/IPNs, z.B. MFC, MPC und MLC

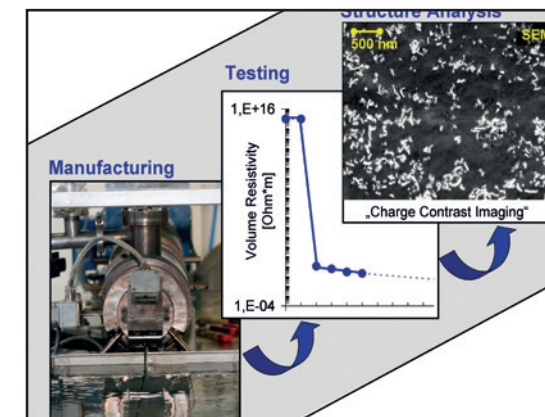
KONTAKT: Dr. rer. nat. Thomas Burkhart, © +49 (0)631 2017-213, thomas.burkhart@ivw.uni-kl.de

## Tailored Polymers & Compounds

Functional polymer composites are researched in this field of competence. The influence of composition and material

structure conditional of manufacturing on the functional properties (physical, optical, mechanical, and chemical) and the effect of manufacturing methods on the structure mechanical behavior of chopped fibers, continuous fibers, textile fibers and particle (bottom-up/top-down) reinforced thermoplasts and thermosets is analyzed. Also MFCs, MPCs (Microfibrillar Composites, Microplate Composites) and IPNs (Interpenetrated Networks) as well as special hybrid composites, e.g. for tribological applications, corrosion protection or fire proofing and medical applications (hydrogels), are developed. In addition to polymer formulations, manufacturing methods are optimized during the thermoplast (solid/fluid) and thermoset (dispersion) production process.

| Economic Sectors    | Applications (Examples)        |
|---------------------|--------------------------------|
| Automotive          | Coatings, adhesives            |
| Engineering         | Bearing and cylinder materials |
| Medical Engineering | Knee joints, hip implants      |
| Energy              | Containers                     |



### Material Concepts

GFRPC, CFRPC, MFC, MPC, MLC

### Material Classes

Thermoplasts: PP, PA, PPS, PEEK, PLA, PAI, TPE

Thermosets: EP, UP, VE, PH, FU

Elastomers: PU, NR, BR

### Special Expertise:

- Process and material development, especially tribological applications
- Hybrid composites on the basis of polymer blends/IPNs, e.g. MFC, MPC, and MLC

CONTACT: Dr. rer. nat. Thomas Burkhart, © +49 (0)631 2017-213, thomas.burkhart@ivw.uni-kl.de

## Verarbeitung von Fließpressmassen

In diesem Kompetenzfeld entwickeln wir neue Verarbeitungstechnologien für Fließpressmassen, basierend auf GMT, LFT und SMC; spezielle LFT-Batchverfahren; spezielle LFT-Verfahren für Verbundwerkstoffe mit nachwachsenden Rohstoffen in Form von Naturfasern (NFK) in Verbindung mit duroplastischen sowie thermoplastischen Matrices sowie neue Prozesstechnologien mit neuen innovativen Werkzeugkonzepten und Prozesskombinationen.

| Branchen         | Anwendungen (Beispiele)   |
|------------------|---|
| Automobilbau     | Semistrukturale Teile in der Karosserie, Spoiler und Windabweiser, Innenverkleidungen |
| Maschinenbau     | schnell bewegte Elemente, Verkleidungsteile   |
| Elektroindustrie | Schaltschränke  |

### Typische Werkstoffe

GMT, SMC, LFT, NFK, CFK  
Auch Kombinationen von kontinuierlich und diskontinuierlich verstärkten Systemen  
PP, PA, Biopolymere, PU, EP ...



### Spezielle Leistungsmerkmale:

- Anlagentechnik im Industriemaßstab:
  - 800 t parallel geregelte Presse
  - Plastifizieraggregat und Umluftofen
- RocTool Technologie (schnelles Aufheizen / Abkühlen)
- Kombination Endlosfaser / Diskontinuierliche Faserverstärkung
- Biocomposite

KONTAKT: Dr.-Ing. Luisa Medina, © +49 (0)631 2017-312, [luisa.medina@ivw.uni-kl.de](mailto:luisa.medina@ivw.uni-kl.de)

## Compression Molding

In this field of competence we develop new processing technologies for compression molding, based on GMT, LFT and SMC, special LFT batch processes, special methods for composites with renewable resources in terms of natural fibers (NFRP) in combination with thermoset and thermoplastic matrices as well as novel process technologies with new innovative tool concepts and process combinations

| Economic Sectors    | Applications (Examples)  |
|---------------------|--|
| Automotive          | Semistructural parts in the chassis, spoilers and wind deflectors, interiors |
| Engineering         | Highly accelerated elements, paneling  |
| Electrical Industry | Switch cabinets  |

### Typical Materials

GMT, SMC, LFT, NFRP, CFRP  
Also combinations of continuously and discontinuously reinforced systems  
PP, PA, biopolymers, PU, EP ...



### Special Expertise:

- Industrial scale equipment:
  - 800 t parallel controlled press
  - plastification units and oven
- RocTool technology (fast heating / cooling)
- Combination continuous / discontinuous fiber reinforcement
- Biocomposites

CONTACT: Dr.-Ing. Luisa Medina, © +49 (0)631 2017-312, [luisa.medina@ivw.uni-kl.de](mailto:luisa.medina@ivw.uni-kl.de)



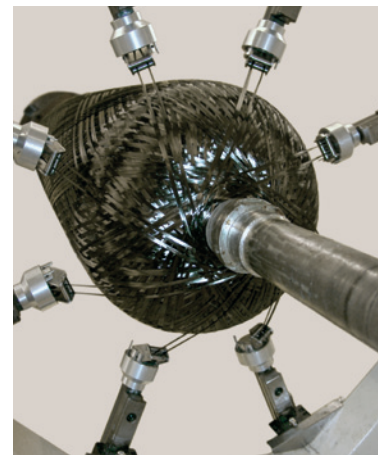
## Verarbeitung unidirektionaler FKV

Dieser Bereich beinhaltet die Entwicklung effizienter Wickel- und Tapelegeverfahren mit duroplastischen und thermoplastischen Matrices; die Entwicklung von Qualitätsmanagement, Prozesssteuerung, -optimierung und -automation wie z.B. inline Direktimpregnierung oder Ringwickeltechnologie; „out of autoclave“-Verfahren mittels in situ Konsolidierung sowie den Einsatz der Autoklavtechnik zur Prototypenfertigung und als Referenzverfahren.

| Branchen           | Anwendungen (Beispiele)                       |
|--------------------|---|
| Luftfahrt          | Rumpf- und Leitwerkstrukturen, Stabstrukturen |
| Automobilbau       | Karosseriestrukturen, Antriebswellen          |
| Maschinenbau       | schnell bewegte Maschinenteile, Wellen        |
| Sport und Freizeit | Fahrräder                                     |
| Energie            | Druckbehälter                                 |

### Typische Werkstoffe

GFK, CFK, Roving und Tape  
Epoxydharz, Polyesterharz, PP, PA, PPS,  
PEI, PEEK ...



### Spezielle Leistungsmerkmale:

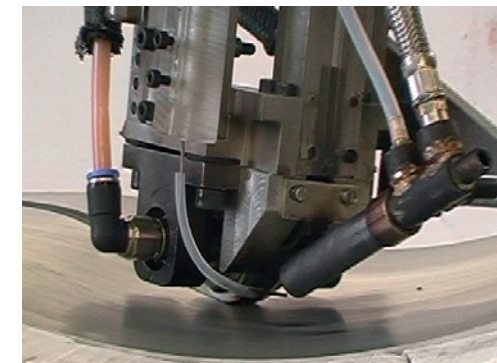
- Anlagentechnik im Industriemaßstab:
  - 7-Achsen Wickelanlage
  - Ringwickelkopf mit 48 Rovings (JEC-Innovationspreis)
  - Tapeleger (JEC-Innovationspreis)
  - patentierte Lösung des Erstlagenproblems
- Mit der integrativen Prozessentwicklung werden alle relevanten Aspekte der Prozesse Wickeln und Tapelegen abgedeckt
- Entwicklung von Verfahren speziell für große Stückzahlen
- Spezielle Legekopfentwicklungen (TP-Tapes, Binder-Tapes)

KONTAKT: Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang, © +49 (0)631 2017-103, peter.mitschang@ivw.uni-kl.de

## Processing of Unidirectional FRP

This area includes the development of efficient winding and tapelaying methods with thermoset and thermoplastic matrices; the development of quality management, process control, process optimization and automation, e.g. in-line direct impregnation or ring winding technology; „out of autoclave“-techniques by means of in situ consolidation as well as the use of autoclave technology to manufacture prototypes and as reference method.

| Economic Sectors      | Applications (Examples)                  |
|-----------------------|--|
| Aerospace             | Fuselage, tail structures, rods          |
| Automotive            | Body structures, shaft drives            |
| Engineering           | Highly accelerated machine parts, shafts |
| Sports and Recreation | Bicycles                                 |
| Energy                | Pressure vessels                         |



### Typical Materials

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

### Special Expertise:

- Industrial scale equipment:
  - 7 axis winding machine
  - Ring winding head with 48 rovings (JEC Innovation Award)
  - Tape layers (JEC Innovation Award)
  - Patented solution of the first layer problem
- All relevant aspects of the processes winding and tape laying are covered by an integrative process development
- Development of methods especially for mass production
- Special tape laying head developments (TP tapes, binder tapes)

CONTACT: Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang, © +49 (0)631 2017-103, peter.mitschang@ivw.uni-kl.de

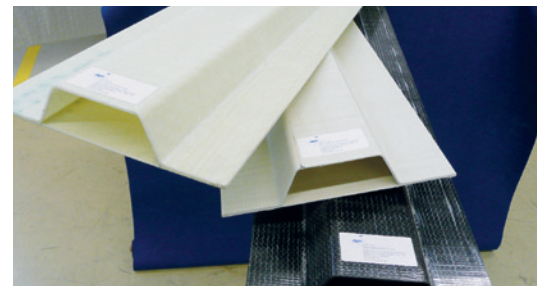
## Prozesskette zur Verarbeitung textilverstärkter thermoplastischer FKV-Halbzeuge

Organoblechentwicklung, diskontinuierlich und kontinuierlich verstärkt (GF, CF, NF), mit unterschiedlichen modifizierten und unmodifizierten Thermoplasten samt zugehöriger Verfahren; innovative Umformtechnik (Match-Metal-Molding, Silikonstempelumformen, Tailored-Blanks); effiziente Verbindungstechniken (Induktionsschweißen); thermoplastbasierte Injektionstechnik (CBT) und Prozesskettenverkürzung.

| Branchen               | Anwendungen (Beispiele)                                |
|------------------------|--|
| Luftfahrt              | Flügel-, Leitwerk-, Rumpfstrukturen; Clipse und Cleats |
| Automobilbau           | Karosseriestrukturen, Außenhaut                        |
| Maschinenbau           | schnell bewegte Maschinenteile                         |
| Militär und Sicherheit | lasttragende Strukturen                                |
| Sport und Freizeit     | Sportgeräte  |
| Medizintechnik         | diverse  |
| Energie                | diverse  |

### Typische Werkstoffe

GFK, CFK, AFK Textilien  
PP, PA, PPS, PEI, PEEK ...



### Spezielle Leistungsmerkmale:

- Entwicklung von speziellen Profilgeometrien, offen und geschlossen
- Anlagentechnik im Industriemaßstab:
  - Intervall-Heißpresse
  - Umformanlage
  - RocTool-Technologie
  - Schweißroboter (JEC-Innovationspreis)
  - diverse Werkzeuge mit Alleinstellungsmerkmalen
- In-line und off-line Prozesslösungen
- Abbildung der gesamten Prozesskette

KONTAKT: Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang, © +49 (0)631 2017-103, peter.mitschang@ivw.uni-kl.de

## Processing of Textile Reinforced Thermoplastic FRP

Organic sheet development, discontinuously and continuously reinforced (GF, CF, NF), with different modified and unmodified thermoplasts including relevant technologies; innovative forming technology (Match-Metal-Molding, silicone stamp forming, tailored blanks); efficient joining technologies (induction welding); thermoplast based infusion technology (CBT); and more efficient processes.

| Economic Sectors      | Applications (Examples)                      |
|-----------------------|--|
| Aerospace             | Boxes, fuselage structures, clips and cleats |
| Automotive            | Body structures, body shells                 |
| Engineering           | Highly accelerated machine parts             |
| Military and Security | Load bearing structures                      |
| Sports and Recreation | Sports equipment                             |
| Medical Engineering   | Various                                      |
| Energy                | Various                                      |

### Typical Materials

GFRP, CFRP, AFRP textiles  
PP, PA, PPS, PEI, PEEK ...



### Special Expertise:

- Development of special profile geometries, open and closed
- Industrial scale equipment:
  - Continuous compression molding
  - Stamp forming
  - RocTool-Technology
  - Welding robot (JEC Innovation Award)
  - Various tools with unique characteristics
- In-line and off-line process solutions
- Mapping of the whole process chain

CONTACT: Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang, © +49 (0)631 2017-103, peter.mitschang@ivw.uni-kl.de



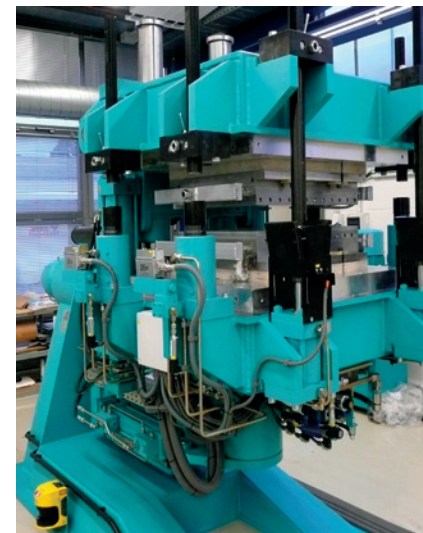
## Prozesskette zur Verarbeitung textilverstärkter duroplastischer FKV-Halbzeuge

Dieses Kompetenzfeld befasst sich mit der Entwicklung von Injektionsverfahren und Preformtechniken für kurze Zykluszeiten, der RTM-Werkzeugauslegung, neuen Prozessen mit speziellen Prozess- und Bauteilüberwachungsmethoden sowie Prozesskombinationen.

| Branchen           | Anwendungen (Beispiele)        |
|--------------------|--------------------------------|
| Luftfahrt          | Rumpf- und Leitwerkstrukturen  |
| Automobilbau       | Karosseriestrukturen           |
| Maschinenbau       | schnell bewegte Maschinenteile |
| Sport und Freizeit | Sportgeräte                    |
| Energie            | Rotorblätter für Windkraft     |

### Typische Werkstoffe

CFK, GFK, Gelege, Gewebe, Epoxydharz, Polyesterharz, in situ polymerisierende Thermoplaste



### Spezielle Leistungsmerkmale:

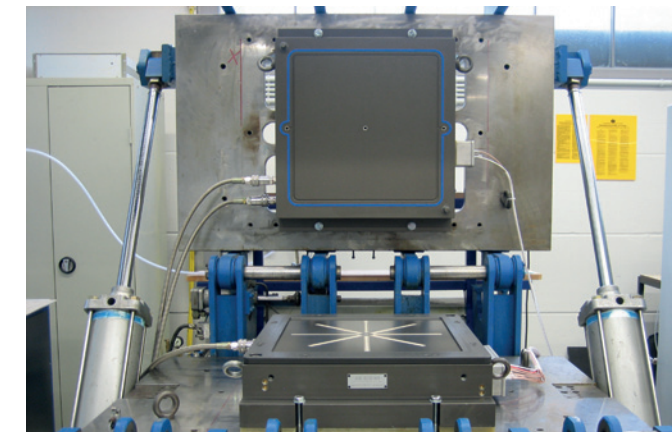
- Anlagentechnik im Industriemaßstab:
  - Permeabilitätsmesszelle 2D/3D
  - von Nähmaschinen bis Nähautomaten
  - Sew-and-cut Technologie
  - SPS-gesteuerte Injektionsanlage
  - Werkzeugträger mit Parallelführung
  - Thermoplastinjektionsanlage für CBT
- Durchgängiges Preform-Engineering in 2D (CAD bis zur Preform)
- Abbildung der gesamten Prozesskette (Preform bis Bauteil)

KONTAKT: Dr.-Ing. Gunnar Rieber, ☎ +49 (0)631 31607-36, [gunnar.rieber@ivw.uni-kl.de](mailto:gunnar.rieber@ivw.uni-kl.de)

## Processing of Textile Reinforced Thermoset FRP

This field of competence addresses the development of new preform technologies; *Liquide Composite Molding (injection technology)*; innovative processes with special process and structural health monitoring methods as well as process combinations.

| Economic Sectors      | Applications (Examples)          |
|-----------------------|----------------------------------|
| Aerospace             | Fuselage and tail structures     |
| Automotive            | Body structures                  |
| Engineering           | Highly accelerated machine parts |
| Sports and Recreation | Sports equipment                 |
| Energy                | Rotor blades for wind power      |



### Typical Materials

GFRP, CFRP, textiles, epoxy resin, polyester resin, in situ polymerizing thermoplasts

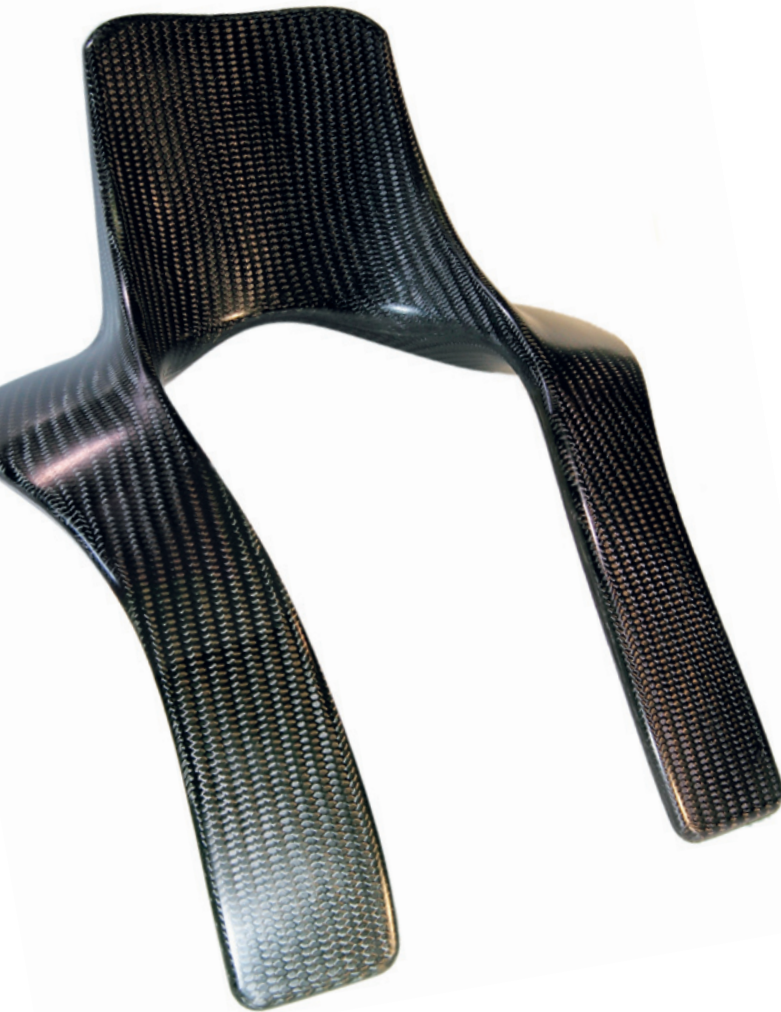
### Special Expertise:

- Industrial scale equipment:
  - Permeability measurement cell 2D/3D
  - Sewing machines and automatic stitching
  - Sew-and-cut technology
  - SPS-controlled infusion system
  - Tool carrier with parallel motion
  - Thermoplast infusion system for CBT
- Integrated Preform-Engineering in 2D (CAD up to preform)
- Mapping of the whole process chain (preform to component)

CONTACT: Dr.-Ing. Gunnar Rieber, ☎ +49 (0)631 31607-36, [gunnar.rieber@ivw.uni-kl.de](mailto:gunnar.rieber@ivw.uni-kl.de)

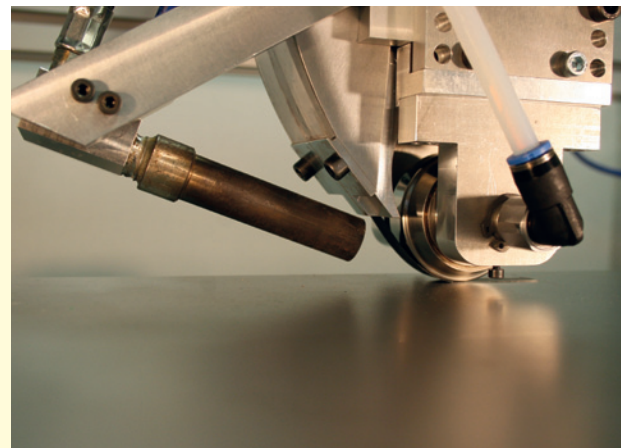
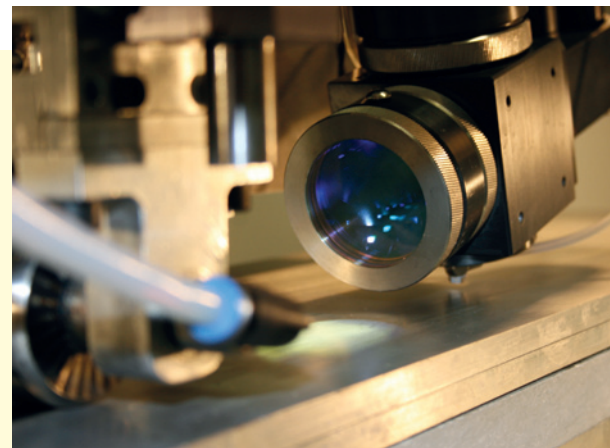


Das IVW entwickelt Komposite in großer Breite und Tiefe  
*The institute develops composites in a wide variety of applications*

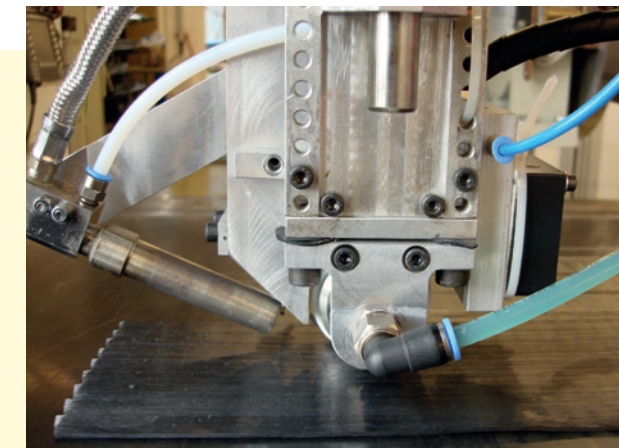
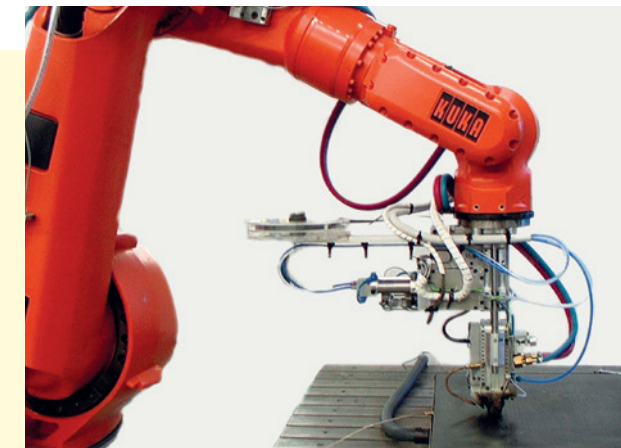


TECHNOLOGIEN

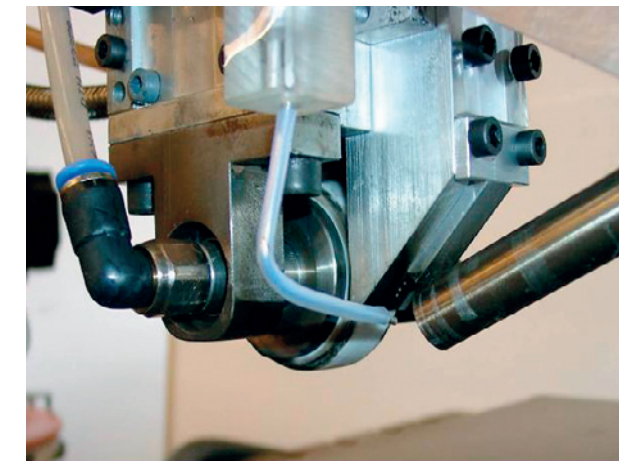
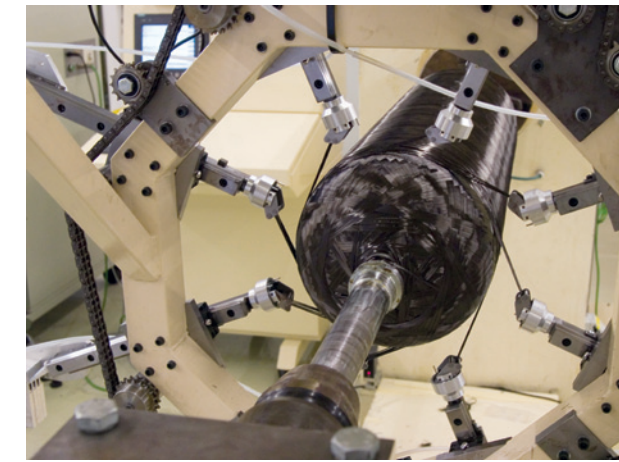
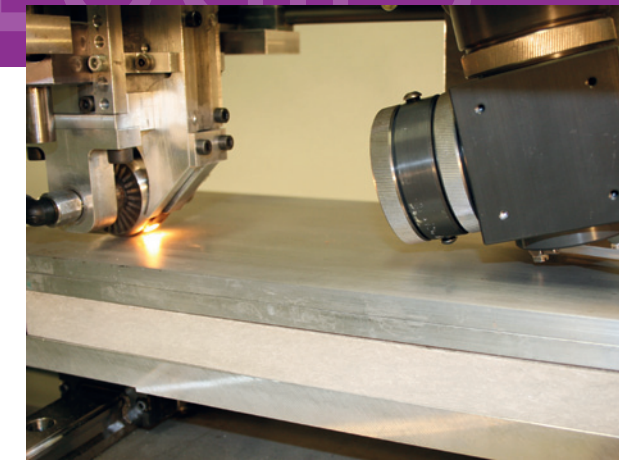
- Bauteilprüfung
- Bauteilüberwachung
- Bauweisen
- Harzinjektionsverfahren
- Impakt- / Crash-Simulation
- Induktionsschweißen Simulation
- Klebertechnik
- LCM-Simulation
- Lebensdaueranalyse
- Matrixsysteme
- Methoden zur Material- und Prozess-Charakterisierung
- Nanokomposite
- Presstechnik
- Sensorintegration / Smart Materials
- Tape und Fiber Placement
- Textile Preform-Technologie
- Tribologie
- Umformsimulation
- Umformtechnik
- Verbindungstechnik / Schweißen
- Wickeltechnik



- Adhesive Bonding
- Component Testing
- Design
- Fatigue Analysis
- Filament Winding
- Forming Simulation
- Forming Technology
- Health Monitoring
- Impact / Crash Simulation
- Induction Welding Simulation
- Joining Technology / Welding
- LCM Simulation
- Matrix Systems
- Methods of Material and Process Characterization
- Nanocomposites
- Press Molding Technology
- Resin Injection Technology
- Sensor Integration / Smart Materials
- Tape and Fiber Placement
- Textile Preform Technology
- Tribology



TECHNOLOGIES





Im Jahr 2011 wurden insgesamt 189 Projekte bearbeitet. Bei 124 Projekten handelte es sich um bilaterale Forschungsprojekte mit industriellen Partnern, 65 Projekte wurden von öffentlichen Drittmittelgebern wie BMBF, AiF, DFG, EU, DAAD, Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation u.a. unterstützt.

Ungefähr zwei Drittel der akquirierten öffentlichen Forschungsmittel entfallen auf BMBF, AiF/ZIM und EU. 2011 stellten die BMBF-Projekte am IVW den höchsten Anteil am öffentlichen Drittmittelforschungsportfolio, dicht gefolgt von durch die AiF im Rahmen des Zentralen

Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) und die EU geförderten Projekte.

Bilaterale Forschungsprojekte wurden am stärksten aus den Bereichen Maschinenbau und Automobil nachgefragt, gefolgt von Anwendungen für Unternehmen der Luft-/Raumfahrt.

Im Folgenden werden ausgewählte geförderte Projekte in alphabetischer Reihenfolge dargestellt.

In total 189 projects were processed in 2011 of which 124 were bilateral research projects with industrial partners. 65 projects were funded by public funding agencies like BMBF, AiF, DFG, EU, DAAD, Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation etc.

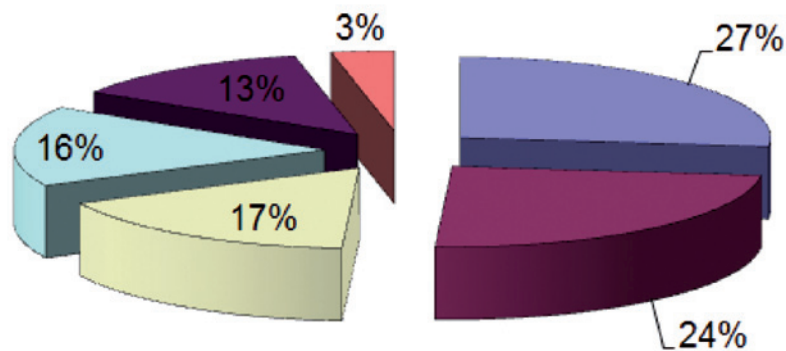
Nearly two thirds of the acquired public funds come from BMBF, AiF/ZIM, and the EU. In 2011, the BMBF projects accounted for the largest proportion of IVW's public funding portfolio, followed by projects funded by AiF in the framework of the Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) and the projects funded by the EU.

The strongest demand for bilateral research projects came from the areas of engineering and automotive, followed by applications for the aerospace sector.

A selection of funded projects is presented in alphabetical order in the following pages.

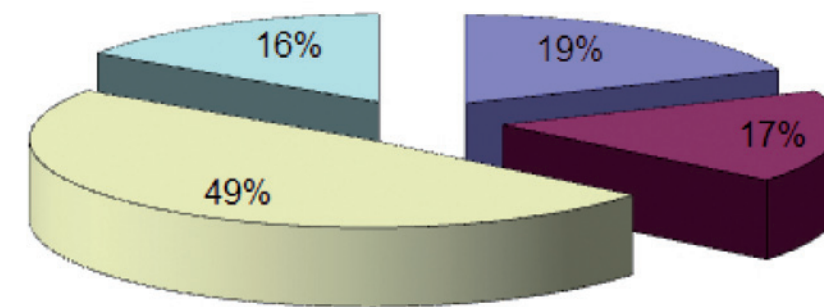
Erträge aus öffentlich geförderten Projekten nach Fördergeber (in %)

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



- BMBF
- AIF / ZIM
- EU
- BMW I / LuFo
- DFG
- RLP / Sonstige

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



- Automobil / Automotive
- Luft- und Raumfahrt / Aerospace
- Maschinenbau / Engineering
- Sonstiges / Other



Atlas



Uwe Schmitt  
uwe.schmitt@ivw.uni-kl.de

Das IVW arbeitet, beauftragt und in enger Zusammenarbeit mit der Bergischen Universität Wuppertal, seit 1997 an Strukturen für den „ATLAS“ Detektor des Teilchenbeschleunigers „LHC“ (Large Hadron Collider) in Genf, welcher von der Europäischen Organisation für Kernforschung, dem CERN, betrieben wird.

Im 27 Kilometer langen LHC-Tunnel werden Hadronen auf nahe Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und die durch Kollisionen entstehenden Teilchen über Detektoren aufgezeichnet. Die drei Tragschalen des Pixeldetektors sowie Detektormodulträger, sogenannte „Staves“, wurden vom IVW entwickelt und gefertigt.

An die Aufnahmestrukturen für die Detektoren werden höchste Ansprüche an Strahlentransparenz, Wärmeleitfähigkeit, Stabilität und Maßhaltigkeit gestellt. Erreicht wird dies durch den Einsatz von ausgefeilten Konstruktionen sowie dem Einsatz von Ultrahochmodulfasern mit einem E-Modul

von 900.000 N/mm<sup>2</sup>. Diese Strukturen zeigen bei einem Eigengewicht von ca. 500 g und einer mittigen Belastung von ca. 5 kg freitragend bei einer Länge von etwa 1 m eine Durchbiegung von nur 6 µm.

Für den Teilchendetektor ATLAS am LHC werden Werkstoff- und Prozessgrenzen ausgereizt, um Bauteile mit höchsten Ansprüchen an Strahlentransparenz, Wärmeleitfähigkeit, Stabilität und Maßhaltigkeit herzustellen.



Stave Montage in Layer 2  
Mounting of stave in layer 2

Engineering



Einbau des Pixeldetektors  
Installation of pixel detector

PROJECTS



B-Layer Pixel-Röhre  
B layer pixel tube

Auftraggeber / Client:  
Bergische Universität Wuppertal  
Experimentelle Elementarteilchenphysik

Since 1997 IVW is, assigned and in close co-operation with the University of Wuppertal specialized group physics, working on structures for the ATLAS particle detector “LHC” (Large Hadron Collider) in Geneva, managed by the European Organization for Nuclear Research.

In the LHC, a tunnel, 27 km long, hadrons are accelerated close to the speed of light and small particles resulting from electron collision are traced. The three support structures of the pixel detectors, as well as the detector module carriers, so-called staves have been developed and manufactured by IVW.

These structures have to meet highest requirements regarding radiation transparency, heat conductivity, stability, and dimensional accuracy. This is achieved by sophisticated design and by the use of carbon fibers with ultra high modulus (900.000 N/mm<sup>2</sup>). These structures show at a net weight of approx. 500 g and a load of about 5 kg in the center, self-supporting at a length of approx. 1 m, a deflection of only 6 µm.



Einsetzen des ATLAS pixel barrel layer 2  
in die übergeordnete Supportstruktur  
Insertion of ATLAS pixel barrel layer 2 into global support frame

Material and process limitations are maxed out for the pixel detector of the Atlas experiment to design components meeting the highest possible requirements on the radiation transparency, heat conductivity, stability, and dimensional accuracy.



BATAMISU



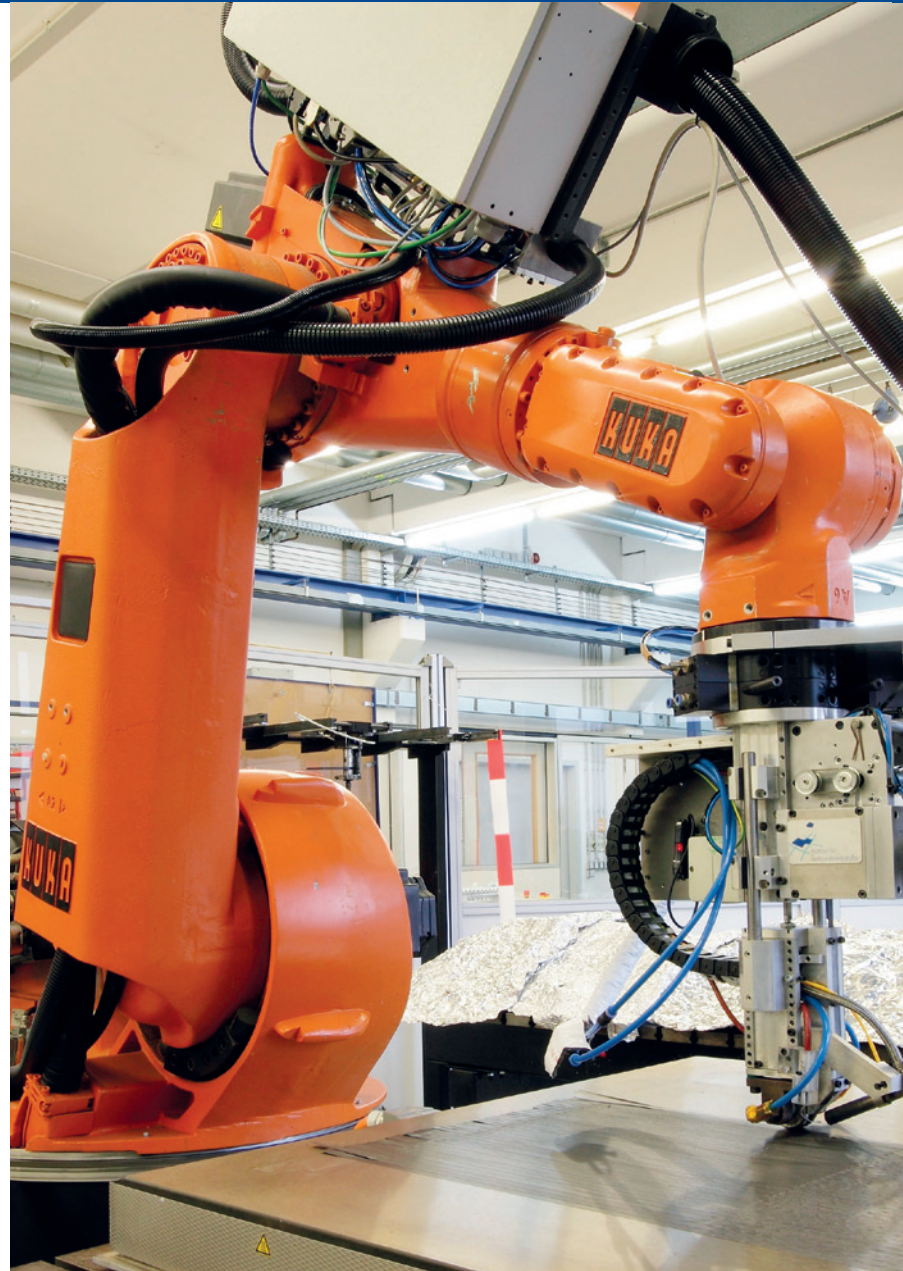
Markus Brzeski  
markus.brzeski@ivw.uni-kl.de

Das Tapelegen wurde als eine zukunftsweisende Technologie zur Herstellung leichter Bauteile in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilbau- und Windkraftindustrie identifiziert.

Bei diesem Prozess werden die Bändchen lagenweise nebeneinander gelegt. Dabei ist die Ablegerichtung von außerordentlicher Bedeutung, um eine belastungsgerechte Faserorientierung im Bauteil zu gewährleisten. Bisher ist es kaum möglich die Bändchen so abzulegen, dass es keine Überlappungen oder Lücken gibt.

Um dieses Hindernis zu beheben, sind zwei Probleme zu lösen. Zum einen verbreitert sich das Bändchen in Abhängigkeit von Konsolidierungsdruck, Temperaturverteilung und Ablegegeschwindigkeit, zum anderen ist die Abwickelbarkeit des Bauteils, welche von Werkzeuggeometrie, Ablegepfad, Bändchenbreite und Konsolidierungsrolle abhängig ist, entscheidend.

Im Rahmen des Projektes sollen verschiedene Kompensationsverfahren entwickelt werden, um ein bauteilspezifisches automatisches Tapelegen mittels Softwareunterstützung zu ermöglichen. Die ermittelten Kompensationsverfahren werden anhand eines Demonstrators validiert.



Tapeleger  
Tape placement robot

Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages, Förderkennzeichen: KF2088316LF1.

# PROJECTS

*Tape placement is a high potential technology for lightweight components in the aerospace, automotive, and wind energy industry.*

*During the tape placement process the tapes are placed next to each other. The exact placement and orientation is of great importance to enable an optimized load bearing. Currently it is almost impossible to avoid overlapping and gaps during tape placement.*

*There are two approaches to solve these disadvantages. First of all, the tape enlarges its width during the processing depending on the consolidation pressure, temperature distribution, and placement velocity.*

*Second, the winding up is critical depending on the component's geometry, placement path, tape width, and consolidation unit.*

*In the project different compensation methods are to be developed to allow a component specific automatic tape placement using software support. The developed compensation methods are to be validated by a demonstrator.*

Engineering

Projektpartner / Partners:  
SWMS Systemtechnik Ingenieurgesellschaft mbH

Unterschiedlich gekrümmte Tapelegepfade  
Different curved tape paths



Lücke und Überlappung zweier Tapes  
Gap and overlapping of two tapes



Funded by the Federal Ministry for Economy and Technology based on a decision of the German Bundestag, funding reference: KF2088316LF1.



## CarboSlide



Ron Sebastian  
ron.sebastian@ivw.uni-kl.de

Automotive

Das Thema Leichtbau gewinnt im Automobilbau immer mehr an Bedeutung. Um Gewichtseinsparungen und damit eine Reduktion des Kraftstoffverbrauchs zu erzielen, werden Kunststoffe immer häufiger auch in Baugruppen wie Gleitlagerungen eingesetzt.

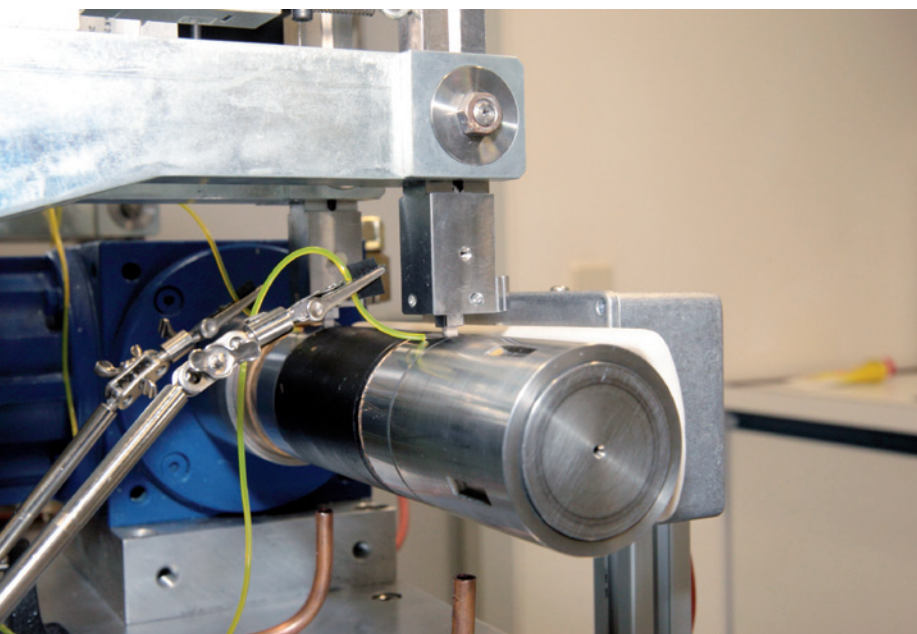
Sollen Kunststoffgleitlager zukünftig auch Einzug in hochbelasteten Bereichen finden, muss zunächst ein Polymer-Gleitlagerwerkstoff entwickelt werden, der die Leistungscharakteristik eines bestehenden metallischen Werkstoffes aufweist. Dies bedeutet die Realisierung eines geringeren

Reibwertes bei geringem Verschleiß und hoher Temperaturbelastbarkeit. Gelingt dies, so kann das Gewicht der Lagerstellen reduziert und die Effizienz gesteigert werden, was wiederum zu einem geringeren Energiebedarf bei potentiell niedrigeren Produktionskosten führen würde.

In tribologischen Anwendungen sind kohlenstoffbasierte Füllstoffe, wie Kohlenstofffasern und Graphit oder Graphitfasern, nicht mehr wegzudenken. Der Einsatz von Carbon Nanotubes (CNT) soll die Eigenschaften der bestehenden kohlenstoffbasierten Füllstoffe optimieren. Der Verschleiß soll reduziert, der Reibungskoeffizient verbessert und die thermische Leitfähigkeit sowie die Tragfähigkeit sollen erhöht werden. Des Weiteren soll eine Selbstschmierung erreicht werden.

Das Hauptaugenmerk dieses Projektes liegt auf der Entwicklung neuer CNT-Verbundwerkstoffe mittels Schmelzecom-poundierung und in-situ Polymerisation sowie der Funktionalisierung der CNTs zur Erzielung einer verbesserten Füllstoff-Matrix-Interaktion. Diese neuartigen CNT-Verbundwerkstoffe sollen ihren Einsatz in Gleitlagern unterschiedlicher Automobilteile, zunächst im Motorraum, finden.

Projektpartner / Partners:  
Ensinger GmbH,  
Fraunhofer IWM,  
Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH,  
KS Gleitlager GmbH



Tribologieprüfung  
Tribological test

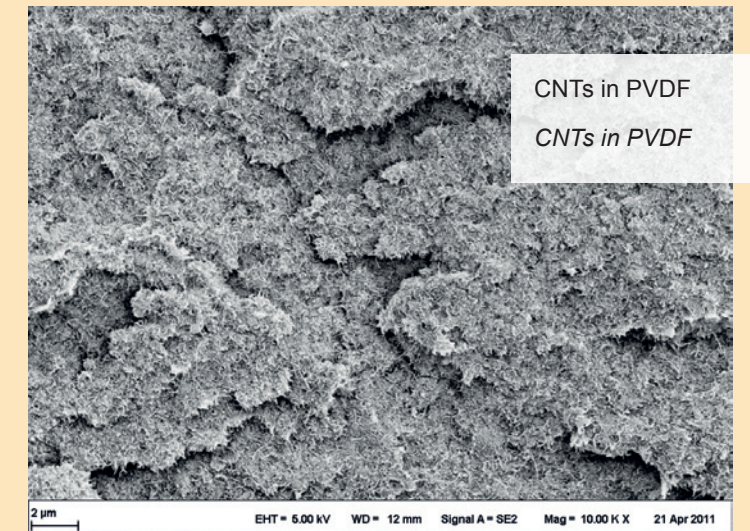
Inno.CNT-CarboSlide "Gleitlager mit optimierten Schmierstoffeigenschaften durch CNTs" wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Kennzeichen 03X0205 A-E gefördert.

*In the automotive sector lightweight construction is the topic of increasing interest. In the effort to reduce weight and with it fuel consumption polymeric materials are being used more often, even in assembly groups like plain bearings.*

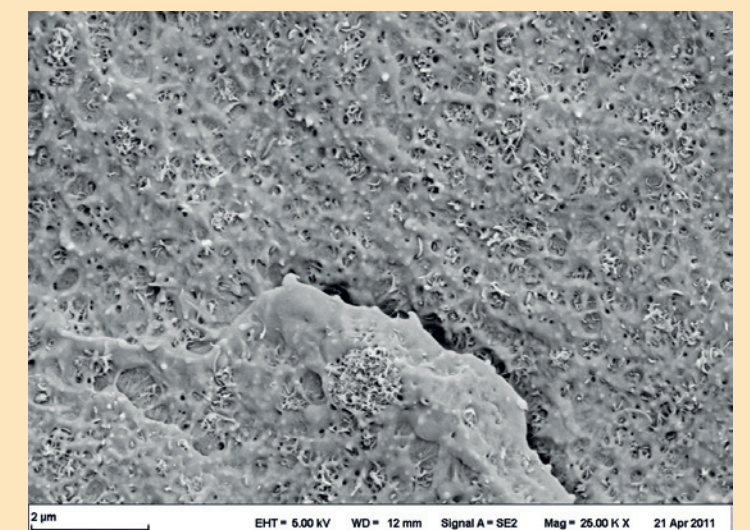
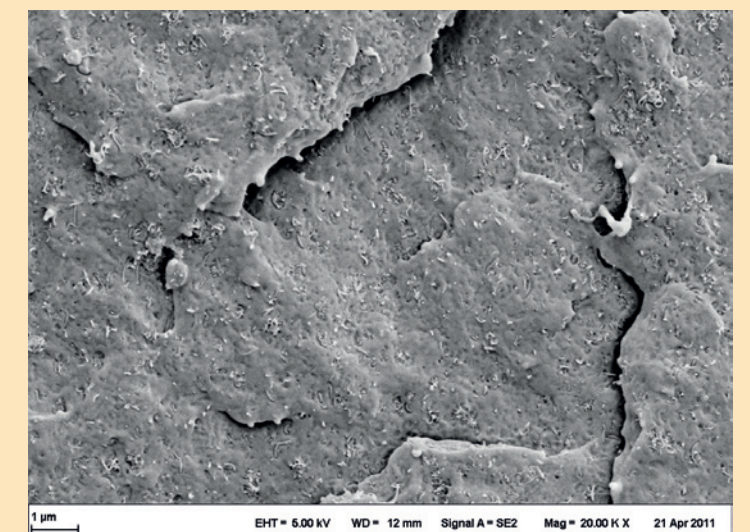
*For them to be successfully introduced to applications where bearings are subjected to high stress polymers should be equal to metals or even better related to low friction coefficient and small wear rate as well as high thermal endurance. Improved energy efficiency in comparison to metallic materials is possible via reduced friction between moving pairs by the application of polymer materials. In addition, the use of polymers will lead to weight reduction and potentially lower production costs.*

*In order to improve the tribological performance of polymers, carbon based fillers such as carbon fibers and graphite flakes are used to reinforce the polymer matrix. The incorporation of carbon nanotubes (CNT) is expected to play a synergetic role with the conventional carbon fillers in regard to temperature reduction within the friction interface due to its thermal conductivity. Moreover, the enhanced mechanical properties of the reinforced polymer matrix using CNTs should lead to a higher abrasive wear resistance of the matrix.*

*The main focus of this project is to develop new high-performance CNT-composite materials via melt-compounding including in-situ polymerization for bearing applications. Especially, the functionalization of CNTs will be carried out in order to get improved filler/matrix interaction. This new type of CNT-composite materials shall be incorporated in bearings for automobiles, at first in the engines.*



CNTs in PVDF  
CNTs in PVDF





## DFG-Forschergruppe 524 - TP2



Mirja Didi  
mirja.didi@ivw.uni-kl.de

Engineering

Neue Möglichkeiten für innovative Produktentwicklungen bieten Leichtbaustrukturen, insbesondere auch Mischbauweisen aus Metall und Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV). Um ihr Potential für Anwendungen beispielsweise in der Automobilindustrie auszuschöpfen, müssen jedoch erst geeignete Fügeverfahren für die strukturelle Verbindung von Leichtmetallen mit FKV zu hybriden Bauteilen entwickelt werden.

Bisher stellt Kleben den aktuellen Stand der Technik für solche Hybridverbindungen dar. Einen neuen Weg geht die Forschergruppe 524 und setzt auf die drei für thermoplastische Faser-Kunststoff-Verbunde innovativen Fügetechniken Induktionsschweißen, Wärmeimpulsschweißen sowie Ultraschallschweißen.

Am IVW wird ein diskontinuierlicher Induktionsschweißprozess für Metall/Faser-Kunststoff-Verbunde entwickelt. An einem Demonstrator wurde bereits die Heizstation und die Konsolidierungseinheit in einem

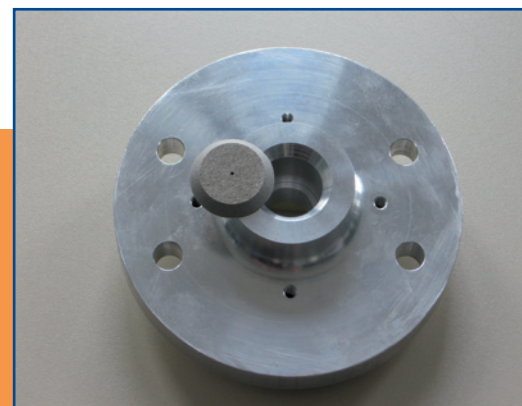
Punktschweißkopf zusammengeführt, welches die Prozessoptimierung unter variabler und gekoppelter Temperatur- und Druckführung ermöglicht.

Um die Erwärmung auf die Fläche der Schweißpunkte zu begrenzen und somit thermische Schädigungen des restlichen Materials zu vermeiden, wurde der neu entwickelte Konsolidierungsstempel mit einer ringförmigen Kühlung versehen. In die Konsolidierungseinheit lässt sich auch ein Induktor integrieren. Diese neue Technologie wurde an einem Roboterschweißkopf realisiert und damit erste Versuchsreihen mit Probenkörpern durchgeführt und erste Demonstratorbauteile verschweißt.

Mit dem am IVW entwickelten Induktionsschweißprozess lassen sich Metall/Faser-Kunststoff-Verbunde fügen. Durch die Möglichkeit, unter Druck zu schweißen, soll ein wesentlicher Schritt zur anwendungstechnischen Umsetzung erfolgen.



Hybridschweißproben  
Hybrid welded samples



Konsolidierungseinheit mit Keramikeinsatz  
Consolidation unit with ceramic insert

Das Teilprojekt 2 „Diskontinuierliches Induktionsschweißen von Metall/Faser-Kunststoff-Verbunden“ ist Teil des 2. Fortsetzungsantrags der Forschergruppe 524 mit dem Titel „Herstellung, Eigenschaftsanalyse und Simulation geschweißter Leichtbaustrukturen aus Metall/Faser-Kunststoff-Verbunden“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG.

Lightweight structures, in particular multi-material design of metal and fiber reinforced polymers (FRP) offer new opportunities for innovative product developments. However, to unlock the full potential for applications, for example in the automotive industry, suitable joining methods for these hybrid components have to be developed.

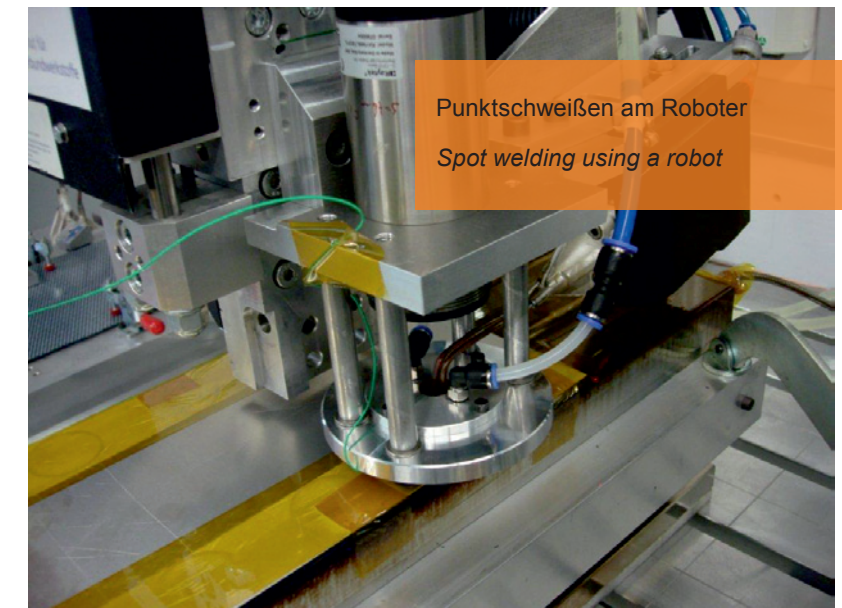
So far, adhesive bonding is the current state of the art for such hybrid compounds. A new approach of the research group 524 focuses on three innovative joining techniques for thermoplastic FRPC: induction welding, thermal impulse welding, and ultrasonic welding.

At the IVW a discontinuous induction welding process for hybrid metal/fiber reinforced polymer composites is being developed. In a demonstrator the heating station and the consolidation unit has been merged in a spot welding head, allowing process optimization with variable and coupled temperature and pressure control.

In order to limit the heating of the surface of the spot welds and thus to avoid thermal damage to the remaining material, the newly developed consolidation unit was supplied with an annular cooling. An inductor can also be integrated in the consolidation unit. This new technology has been implemented on a robot welding head and a first series of tests was carried out and initial demonstrators welded.

With the induction welding process developed at IVW metal/fiber reinforced polymer composites can be welded. Being able to weld under pressure should prove to be an essential step in the implementation of this technology.

The subproject 2 „Discontinuous induction welding of metal/fiber reinforced polymer composites“ is part of the second follow-up application of Research Unit 524 entitled „Manufacturing, Characterization and Simulation of Welded Lightweight Structures of Metal/Fiber-Reinforced Polymer Composites“ of the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG).



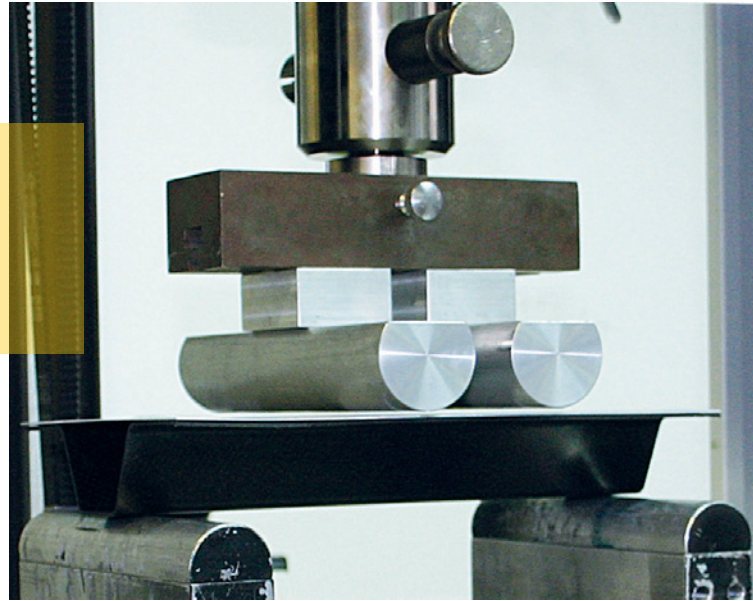
Punktschweißen am Roboter  
Spot welding using a robot

Mitglieder der Forschergruppe /  
Members of the research group:  
Lehrstuhl für Werkstoffkunde (WKK),  
TU Kaiserslautern,  
Institut für Verbundwerkstoffe (IVW),  
Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe (CCE),  
TU Kaiserslautern,  
Institut für Oberflächen- und  
Schichtanalytik (IFOS),  
Lehrstuhl für technische Mechanik (LTM),  
TU Kaiserslautern



## DFG-Forschergruppe 524 - TP6

Vier-Punkt-Biegeversuch an einem CF-PA66/AlMg3-Demonstrator Bauteil  
*4-point bending test with a CF-PA66/AlMg3 demonstrator structure*



Sebastian Schmeer  
 sebastian.schmeer@ivw.uni-kl.de

Im Rahmen einer im Jahr 2004 initiierten DFG-Forschergruppe werden geschweißte Leichtbaustrukturen aus Metall/Faser-Kunststoff-Verbunden experimentell und simulativ untersucht. Als Schweißverfahren für diese neuartigen Verbindungen kommen Induktionsschweißen und Ultraschallschweißen zum Einsatz. Das Besondere hierbei ist, dass thermoplastischer carbonfaserverstärkter Kunststoff (CFK) direkt mit Metallen verschweißt werden kann.

In den vergangenen Jahren wurden diese Schweißverbindungen experimentell bei verschiedenen Temperaturen und Belastungsgeschwindigkeiten untersucht. Um die Spannungszustände im Inneren der Fügezone bei verschiedenen Belastungen zu analysieren, wurden mit finiten Elementen (FE) detaillierte mikromechanische Modelle aufgebaut und anhand der Versuche validiert.

Basierend auf den mikromechanischen Modellen wurden nun makromechanische Modelle aufgebaut, die die Schweißungen weniger fein und mit stärkeren Vereinfachungen diskretisieren. Diese Modelle benötigen wesentlich weniger Rechenzeit und können auch in der Simulation größerer Bauteile eingesetzt werden. Ziel ist es hierbei, trotz der geringeren Diskretisierungsfineheit im Modellansatz aussagefähige und zutreffende Simulationsergebnisse auf Bauteilebene zu gewährleisten.

Durch makromechanische Modelle können Schweißpunktpositionen und -verteilungen auch bei großformatigen Metall/CFK-Hybridbauteilen im Vorfeld dimensioniert und ausgelegt werden.

Das Teilprojekt 6 „Experimentelle und simulative Erforschung von CFK Metall-Hybrid-Punktschweißungen auf Bauteilebene“ ist Teil des 2. Fortsetzungsantrages der Forschergruppe 524 mit dem Titel „Herstellung, Eigenschaftsanalyse und Simulation geschweißter Leichtbaustrukturen aus Metall/Faser-Kunststoff-Verbunden“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG.

*In the frame of a 2004 initiated DFG research group welded lightweight metal/fiber-reinforced polymer composite structures are analyzed in experiments and simulations. Induction welding as well as ultrasonic welding is used as welding method for joining thermoplastic carbon fiber reinforced plastics (CFRP) directly with metals.*

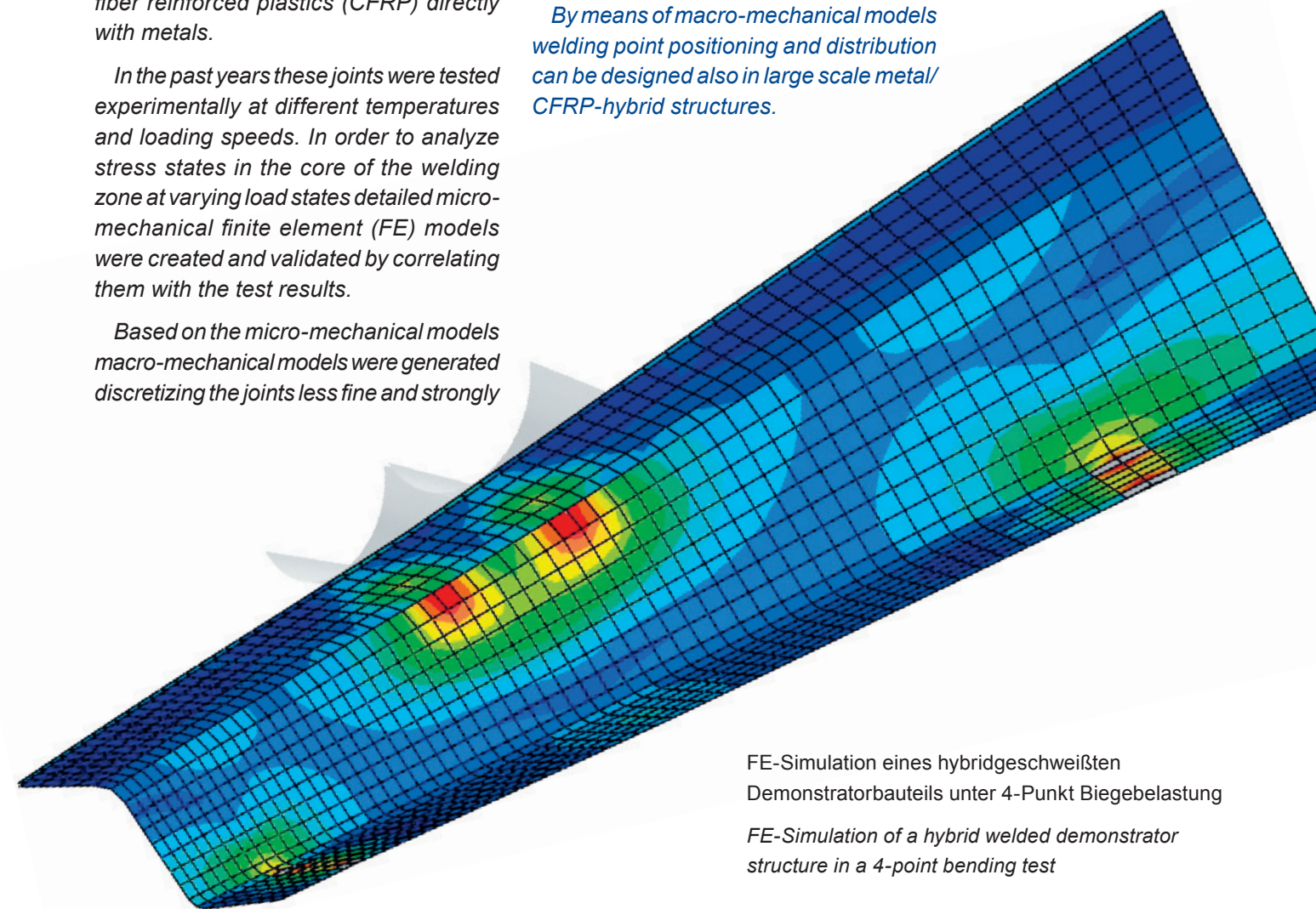
*In the past years these joints were tested experimentally at different temperatures and loading speeds. In order to analyze stress states in the core of the welding zone at varying load states detailed micro-mechanical finite element (FE) models were created and validated by correlating them with the test results.*

*Based on the micro-mechanical models macro-mechanical models were generated discretizing the joints less fine and strongly*

*simplified. These models need essentially less calculating time and can be employed in simulation of large structures. The aim is to ensure meaningful and accurate simulation results on the construction part level in spite of the lower mesh refinement in the model approach.*

*By means of macro-mechanical models welding point positioning and distribution can be designed also in large scale metal/CFRP-hybrid structures.*

Engineering



FE-Simulation eines hybridgeschweißten Demonstratorbauteils unter 4-Punkt Biegebelastung  
*FE-Simulation of a hybrid welded demonstrator structure in a 4-point bending test*

*The subproject 6 „Experimental and simulative investigation of CFRP/metal-hybrid welding points on structural level“ is part of the second follow-up application of Research Group 524 entitled “Manufacturing, Characterization and Simulation of Welded Lightweight Structures of Metal/Fiber-Reinforced Polymer Composites” of the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG).*



## DFG „2D-Imprägnierung“



Marcel Christmann  
marcel.christmann@ivw.uni-kl.de

Eine der Herausforderungen bei der Fertigung von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) ist es, die vergleichsweise langen Produktionszeiten zu reduzieren. Das Imprägnieren der Verstärkungsfasern mit der Polymermatrix ist bei thermoplastischen Matrixwerkstoffen die geschwindigkeits-terminierende Größe.

Bei der Imprägnierung muss die im Laminat eingeschlossene Luft auf Mikro- und Makroebene durch den Thermoplasten vollständig und möglichst schnell verdrängt werden, so dass ein porenfreier Verbund erzeugt wird. Für die Ausbreitung der Matrixfließfront spielt die Temperaturverteilung eine entscheidende Rolle.

Im Projekt „2D-Imprägnierung“ wird der Einfluss eines maschinenseitigen 2-dimensionalen Temperaturprofils auf die Imprägnierleistung der Intervallheißpresse (IHP) analysiert. Mit dem segmentierten

Aufbau der Heiz- und Kühlzone können nahezu beliebige Temperaturprofile längs und quer zur Prozessrichtung realisiert werden. Damit lässt sich der Imprägnierungsdruck gezielt beeinflussen, so dass die Luftverdrängung entgegen der Prozessrichtung und quer zur Prozessrichtung erfolgt. Neben einer gesteigerten Imprägnierungsleistung und damit erhöhter Prozessgeschwindigkeit kann durch die Entwicklung materialspezifischer Temperaturprofile die kostenintensive Anpassung der eingesetzten Presswerkzeuge minimiert werden.

Durch die Realisation inhomogener Temperaturprofile wird die gezielte Beeinflussung der Matrixfließfront innerhalb des Laminats ermöglicht, so dass die im Laminat eingeschlossene Luft effektiv verdrängt und die Imprägnierung beschleunigt werden kann.

One of the challenges in the manufacture of fiber reinforced polymers (FRP) is to reduce the relatively long production times. The impregnation of reinforcement fibers with thermoplastic matrix material is the most time consuming step of the production process.

During the impregnation, the entrapped air in the laminate must be replaced by the thermoplastic matrix material at the micro and macro level completely and as quickly as possible to produce a non-porous composite. The temperature distribution plays a crucial role in the spread of the matrix flow front.

In the project “2D impregnation” the influence of a two-dimensional temperature profile on the impregnation performance of the Continuous Compression Molding

(CCM) process is analyzed. The modular heating and cooling systems provide the flexibility for various temperature profiles in longitudinal and cross direction of the pressing tool. Hence, the impregnation pressure can be specifically influenced so that the entrapped air can be displaced contrary to the process direction as well as in cross direction of the process. In addition to an improved impregnation performance and therefore increased processing speed, the cost intensive adaption of the used molds can be minimized due to the development of material-specific temperature profiles.

An inhomogeneous temperature profile enables the selective manipulation of the matrix flow front optimizing the transport of the entrapped air out of the laminate, thus increasing the impregnation processing speed.

Engineering

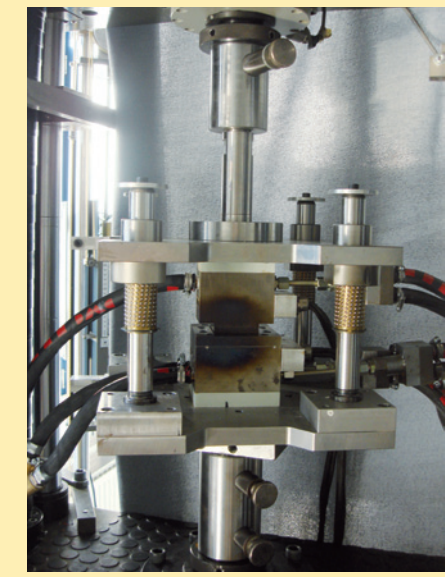
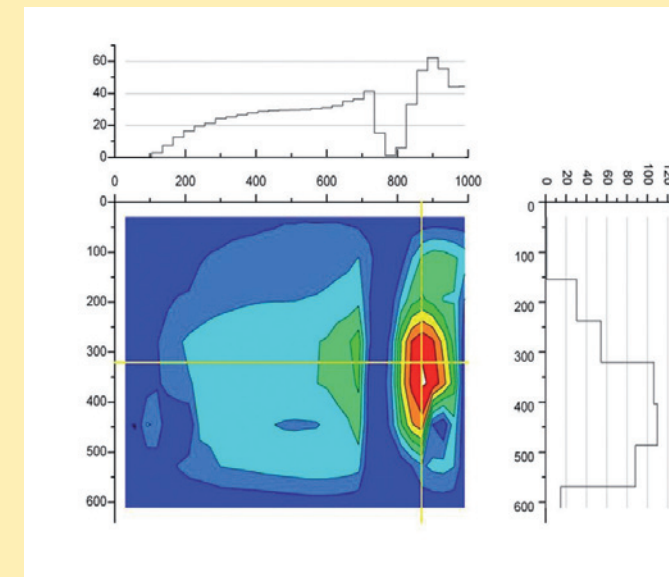
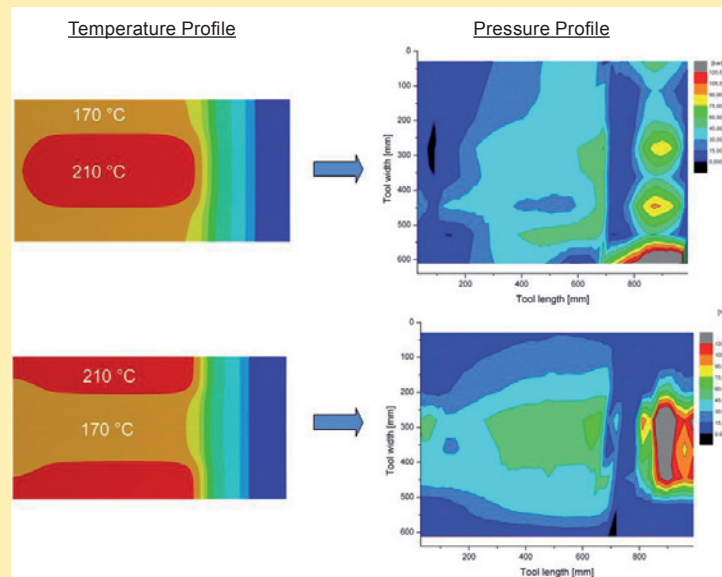
Imprägnierungsdruckverteilung

Distribution of impregnation pressure

Imprägnierungswerkzeug

Impregnation tool

Einfluss der inhomogenen Temperatur auf die Druckverteilung  
Influence of inhomogeneous temperature on the pressure distribution



Gefördert wird das Projekt durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

The project is supported by the Deutsche Forschungsgemeinschaft.



## DFG-Wegabhängigkeit



Marcel Buecker  
marcel.buecker@ivw.uni-kl.de

Engineering

Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) werden als Konstruktionswerkstoff wegen ihren besonderen mechanischen Eigenschaften bei gleichzeitig geringer Dichte geschätzt. Aufgrund ihres strukturellen Aufbaus zeigen Bauteile aus FKV ein unterschiedliches Festigkeitsverhalten je nachdem aus welcher Richtung die Belastung auftritt. Um ein Bauteil für die spezifische Anwendung auszulegen, bedarf es besonderer Kenntnisse über das Verhalten des Werkstoffs bei unterschiedlichen Belastungsrichtungen.

Das statische Festigkeitsverhalten von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) in Ab-

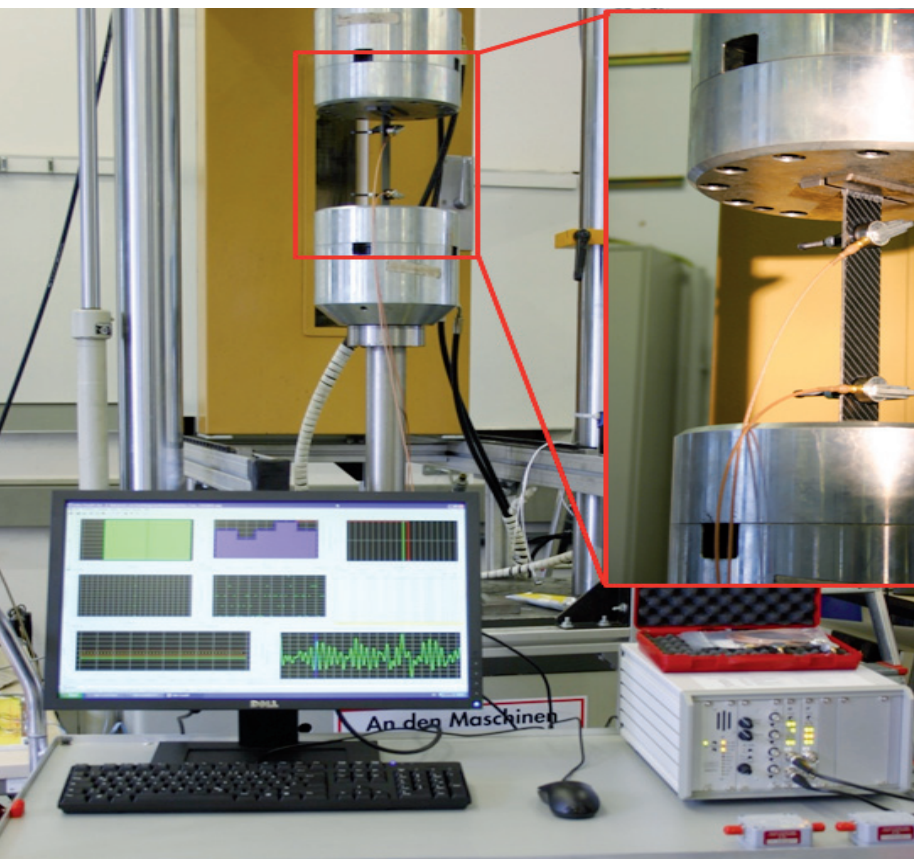
hängigkeit der Belastungsrichtung ist Gegenstand eines DFG-Projekts Wegabhängigkeit. Untersucht wird, ob eine Vorbelastung des Werkstoffs über die Zwischenfaserbruchgrenze (Zfb) hinaus zu einer Reduzierung der Festigkeit bei anderen Belastungszuständen führt. Bisher wurden Zfb-Einflüsse nur bei gleicher Belastungsart und -richtung nachgewiesen. Im Projekt wird zwischen Mode-A-Zfb (kombinierte Scheiben-Querzug und -Schubbelastung) und Mode-B-Zfb (Querdruk und Schub) unterschieden.

Zur Schadensdetektierung bei der Vorbelastung wird die Schallemissions-Analyse als zerstörungsfreies Prüfverfahren eingesetzt. Die Herausforderung hierbei ist die zuverlässige Feststellung und Quantifizierung der Schadensereignisse und deren Zuordnung nach Schadensart. Dazu werden die Schallereignisse mittels Wavelet-Analyse gruppiert und quantifiziert.

Die angestrebten Ergebnisse sollen eine verbesserte Auslegung von Faser-Kunststoff-Bauteilen mit unterschiedlichen Belastungsrichtungen ermöglichen.

Zugversuch an einer CFK (carbonfaserverstärkter Kunststoff)–Probe mit Acoustic-Emission-Aufzeichnung

*Tension test of a CFRP – carbon-fiber-reinforced plastic – specimen combined with acoustic emission recording*



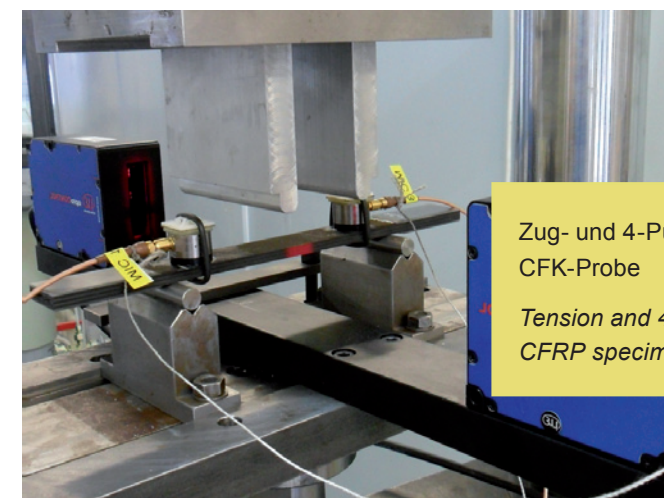
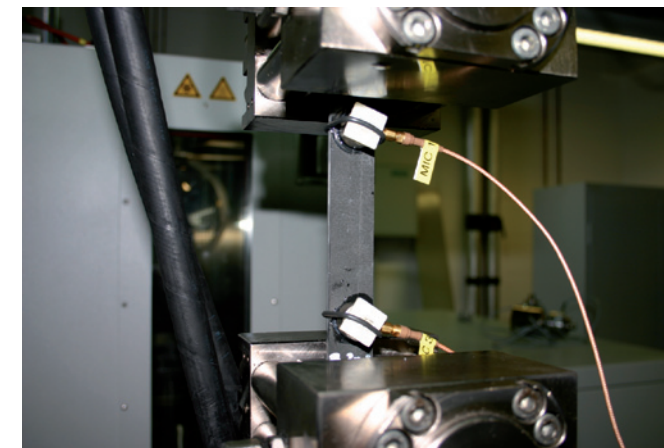
*Fiberreinforced polymers (FRP) are valued as construction material especially for their mechanical properties and concurrent light weight. Due to their structure FRP components have different strength behavior depending on the loading direction. In order to design a part for a specific application specific know-how of the material's behavior in regard to different loading directions is needed.*

*The objective of the project is to determine the static strength behavior of fiber*

*reinforced polymers (FRP) depending on the loading direction. It shall be investigated if the pre-loading of the material beyond the inter-fiber failure (IFF) limit is accompanied by strength reductions for other loading conditions. Presently, the influence of IFF failure has only been characterized for constant loading configurations and directions. Mode-A IFF (combined transverse in-plane tension and shear) and Mode-B IFF (combined transverse in-plane compression and shear) will be differentiated in the project. The results shall enable the improvement of the design and the analysis of pre-loaded materials.*

*The non-destructive acoustic emission technology will be applied for detecting the defects. The challenge is the reliable identification, differentiation and quantification of the defects. To achieve this goal the acoustic events will be analyzed by using wavelet algorithms.*

*The results should facilitate an improved design of fiber reinforced plastic components for working loads coming from different directions.*



Zug- und 4-Punkt-Biegeversuch an CFK-Probe

*Tension and 4 point bending test of a CFRP specimen*

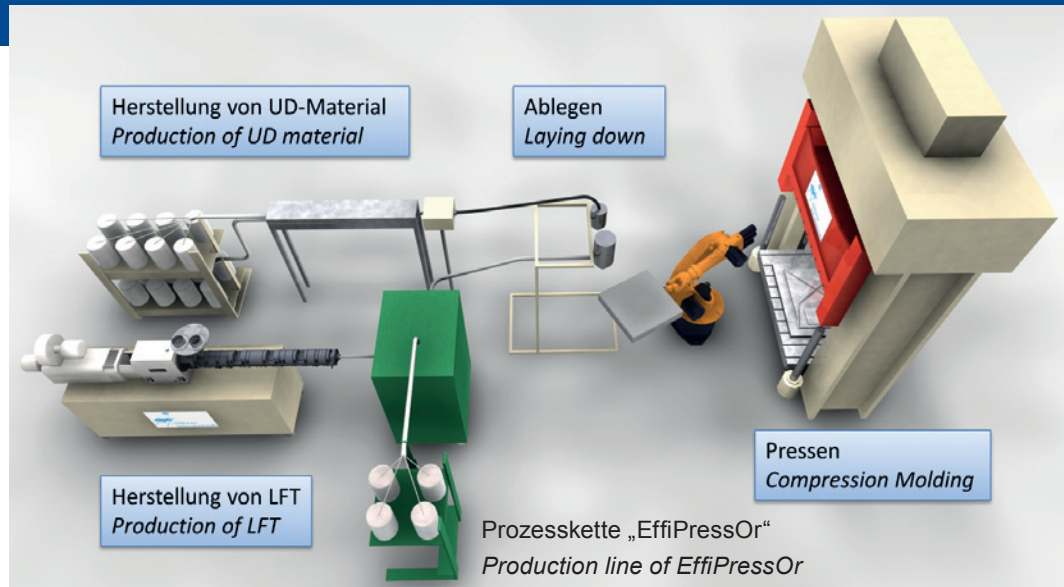
*The research project "Experimentelle Untersuchung und einzelschichtbasierte Simulation von Wegabhängigkeiten des statischen Festigkeitsverhaltens von Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen (Experimental study and ply-based simulation of path-dependencies of FRP strength)" is funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (German Research Foundation; project no. HI 700/16-1).*



EffiPressOr



Martin Priebe  
martin.priebe@ivw.uni-kl.de



Automotive

Insbesondere im Automobilsektor können thermoplastische Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) aus langfaserverstärkten Formmassen (LFT) mit gezielten Verstärkungen aus endlosfaserverstärktem Material (EFT) eingesetzt werden. Für diesen hochautomatisierten Prozess werden derzeit Halbzeuge verwendet, die sehr teuer sind und zudem viel Energie bei der Wiedererwärmung benötigen.

Ziel des Projekts EffiPressOr ist die direkte Herstellung endlosfaserverstärkter Komponenten ohne Halbzeuge in Großserie, um so mindestens 20 Prozent Energieeinsparung und mindestens 10 Prozent Gewichtsreduktion zu erreichen.

Wesentliche Merkmale des Prozesses sind die Generierung des Bauteils aus Basismaterialien, derzeit Polypropylen

und Glasfaserrovings, sowie die größtmögliche Anpassung der Struktur an die Lastanforderungen. Anhand eines Automobilrücksitzes sollen die Vorteile von EffiPressOr demonstriert werden.

Aktuell wird am IVW das unidirektional verstärkte Polypropylen durch Aufschmelzen von Twintex-Rovings und das langfaserverstärkte Polypropylen mittels des innovativen Nexus-Geräts hergestellt, womit eine mittlere Faserlänge über 10 mm erreicht wird. Das Material soll durch Austragsköpfe auf eine Unterlage ausgebracht werden, die ein Roboter definiert bewegt und so eine Bauteilvorform generiert. Anschließend wird die Vorform in die Presse überführt, die das finale Bauteil ausformt.

Eine neue Verstärkungsgeometrie wurde mittels Pressversuchen untersucht. Simulationen der Crashprüfung zeigen ein Bestehen des verstärkten Bauteils.

Im Projekt EffiPressOr wird ein direktes und damit kostengünstiges und energiesparendes Verfahren zur Herstellung von FKV aus langfaserverstärkten Thermoplasten mit lokalen unidirektionalen Endlosfaserverstärkungen entwickelt. Das ist gleichermaßen interessant für den Leichtbau in der Automobilbranche wie für die Luftfahrt und das Transportwesen.

Projektpartner / Partners:  
Jacob Plastics GmbH,  
Reis Extrusion GmbH,  
Extruder Experts GmbH & Co KG,  
SimpaTec GmbH,  
Christian Karl Siebenwurst GmbH & Co KG

Particularly in the automotive sector, thermoplastic fiber reinforced polymer composites (FRP) made of long fiber reinforced molding compounds (LFT) with selective reinforcements of continuous fiber reinforced material (EFT) can be used. For this highly automated process semi-finished products which are very expensive and also consume a lot of energy for re-heating are currently being used.

The aim of the EffiPressOr project is the direct production of continuous fiber reinforced components in large-scale production, so as to achieve more than 20 percent energy savings and at least 10 percent weight reduction.

Distinctive process characteristics are the part generation from basic materials, currently polypropylene and glass fiber rovings, and maximized adaption of the part structure to the applied loads. The advantages of EffiPressOr will be demonstrated exemplary on an automotive rear seat structure.

The production of unidirectional reinforced polypropylene is currently being carried out by the melting of Twintex rovings. The long fibre reinforced polypropylene is prepared by the innovative Nexus device, achieving an average fiber length of at least 10 mm. The material will be applied to a handling tool by two application heads, under which the robot moves and thus generates a part preform. Afterwards, the preform is transferred to the press that molds the final part.

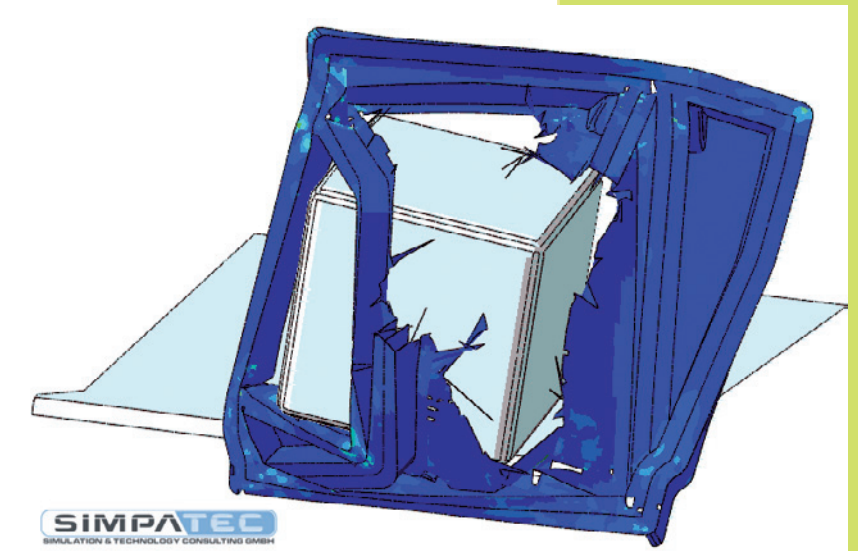
A new reinforcement geometry was checked by compression molding tests. Crash test simulations showed the reinforced part with improved impact behaviour.

This research and development project is funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) within the framework concept "Research for Tomorrow's Production" (02PO2150) and managed by the Project Management Agency Forschungszentrum Karlsruhe (PTKA).

In the project EffiPressOr a direct, cost-effective, and energy-saving process for the production of FRP made of long fiber reinforced thermoplastics with local unidirectional continuous fiber reinforcements is being designed. It is equally interesting for lightweight applications in the automotive industry as for aviation and transportation.

Crashsimulation der Rücksitzlehne aus LFT mit unidirektionalen Verstärkungen

Crash simulation of the rear seatback with unidirectional reinforcements and LFT





## Esprit



Thomas Bayerl  
thomas.bayerl@ivw.uni-kl.de

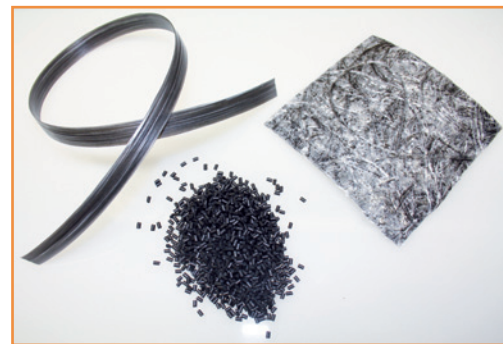
Den Schlüssel zur Reduzierung von Material- und Energieverbrauch könnten neuartige eigenverstärkte Kunststoffe darstellen. Diese auch SRP (self-reinforced polymers) genannten Werkstoffe bestehen aus einer polymeren Matrix und einer polymeren Verstärkungskomponente. Im Vergleich zu herkömmlichen Faserkunststoffverbunden können so Gewichtseinsparungen erreicht werden. Zusätzlich bieten SRP eine verbesserte Rezyklierfähigkeit, da die Komponenten im günstigsten Fall aus dem gleichen Material bestehen.

Zurzeit sind SRP nur in flächigen, vorkonsolidierten Halbzeugformen erhältlich, was die Möglichkeiten hinsichtlich der Bauteilgeometrie stark einschränkt. Im Projekt

Esprit arbeiten deshalb dreizehn Partner an einer neuen Generation leichter eigenverstärkter Kunststoffverbunde inklusive ihrer Herstell- und Verarbeitungsprozesse.

Die in Esprit entwickelten eigenverstärkten Halbzeuge können sowohl mit adaptierten konventionellen als auch mit neuartigen Heizmethoden verarbeitet werden, wobei zu beachten ist, dass die polymere Verstärkung nicht beschädigt wird. Am IVW wurde ein selektiv arbeitendes Verfahren untersucht, das hauptsächlich Partikel in der Matrix heizt. Diese selektive Aufheizung minimiert insbesondere Faserschrumpfung und einen Verzug des Bauteils. Die Adaptierung der selektiven Heizung in eine presstechnische Prozesskette führte bereits zur Realisierung erster Demonstratorgeometrien aus SRP.

Neuartige eigenverstärkte Kunststoffe können mittels einer am IVW entwickelten Technik des selektiven Heizens, mit minimalem Einfluss auf das verstärkende Element des Komposits, verarbeitet werden.



Halbzeuge für die selektive Erwärmung mittels Induktion

Semi-finished materials for selective heating by electromagnetic induction



Projektpartner / Partners:

- Aimplas (ESP),
- Comfil ApS (DK),
- Celstran GmbH (GER),
- European Alliance for Thermoplastic Composites (GER),
- Fibroline SarL (FR),
- Fricke & Mallah Microwave Technology GmbH (GER),
- NetComposites Ltd (GB),
- PEMÜ (HU),
- Polisilk SA (ESP),
- Promolding BV (NL),
- Regloplas AG (CH),
- StructoForm GmbH (GER)

Die Forschungsarbeiten, die zu diesen Ergebnissen geführt haben, wurden gemäß der Finanzhilfvereinbarung Nr. 214355 im Rahmen des 7. Rahmenprogramms (NMP-2007-2.4.1) der Europäischen Gemeinschaft gefördert.



www.espritproject.eu

Presstechnische Verarbeitung  
Compression molding

A new variety of plastic, the self-reinforced polymers (SRP), may hold the key to reducing raw material and energy consumption. Since SRP materials not only consist of a polymer matrix but also have a polymer reinforcement, a weight reduction is possible in comparison to conventional fiber reinforced composites. In addition, at the end of their life, SRP composites can be easily recycled without the need to separate the reinforcing fraction.

Currently, self-reinforced polymers are only available in sheet or tape form which restricts the range and types of components that can be manufactured. Therefore, in the Esprit project thirteen partners are working together on the next generation of lightweight, self-reinforced plastics and their respective ma-

nufacturing and processing methods.

The semi-finished materials developed in the project are processed by adapted conventional and newly developed heating methods, of which both limit the damage of the polymer reinforcement. IVW investigated a novel selective heating method which primarily heats particles in the matrix. This selective heating reduces especially fiber shrinkage and component warpage. The developed processes were used for the manufacturing of compression molded demonstration parts made from SRP.

IVW's technique of selective heating has shown the feasibility to process a new type of self-reinforced polymers with a reduced effect on the reinforcement element of the composite.

Automotive

The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme (NMP-2007-2.4.1) under grant agreement 214355.



FuKo



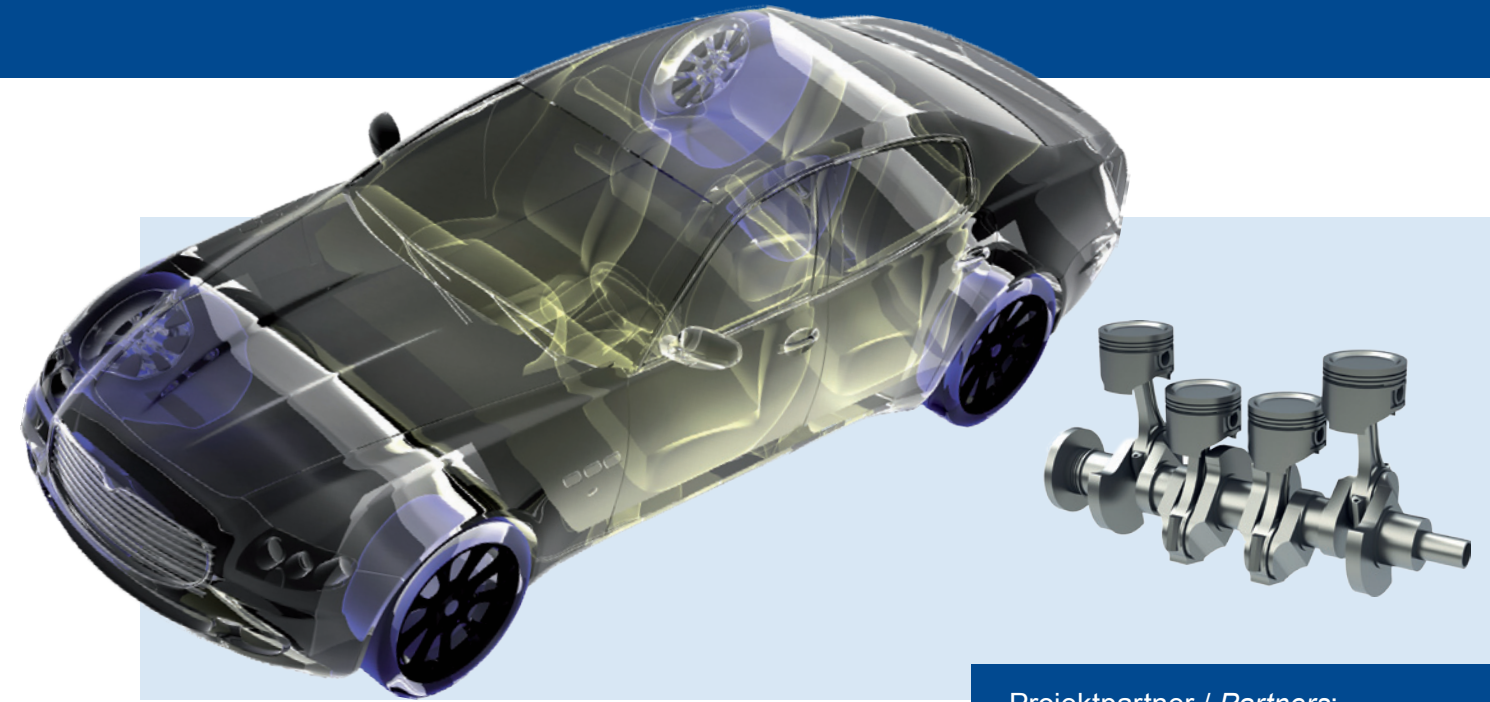
Zdravka Rasheva  
zdravka.rasheva@ivw.uni-kl.de

Das Projekt FuKo zielt auf die Entwicklung, Optimierung und wirtschaftliche Herstellung von innovativen, ultraleichten Kolben mit integrierten Funktionen für Anwendungen in Verbrennungsmotoren. Die Verantwortung des IVW liegt in der Weiterentwicklung eines neuartigen Tribogleitlacksystems als Kolbenbeschichtung für die industrielle Anwendung mit dem Ziel der Verbesserung des tribologischen Verhaltens gegenüber den angewandten Gleitlacksystemen.

Die Entwicklung einer Gleitlackbeschichtung aus Polyamidimid erfolgt mittels Zugabe von keramischen Partikeln, Kohlen-

stoffasern und Festschmierstoffen. Hiermit sollen sich Synergieeffekte ergeben, die neuartige Werkstoffeigenschaften generieren. Während der Forschungsarbeiten wurde festgestellt, dass die Verteilung und Art der Mikro- und Nanofüllstoffe in dem Polymersystem für das tribologische Verhalten entscheidend ist. Der tribologisch optimale Vernetzungsgrad lässt sich bei gegebener Polymerzusammensetzung über die Variation von Aushärtetemperatur und Aushärtedauer einstellen.

**Innovative Gleitlacksysteme mit verbessertem tribologischen Verhalten werden für den Einsatz in ultraleichten Verbrennungsmotoren entwickelt.**

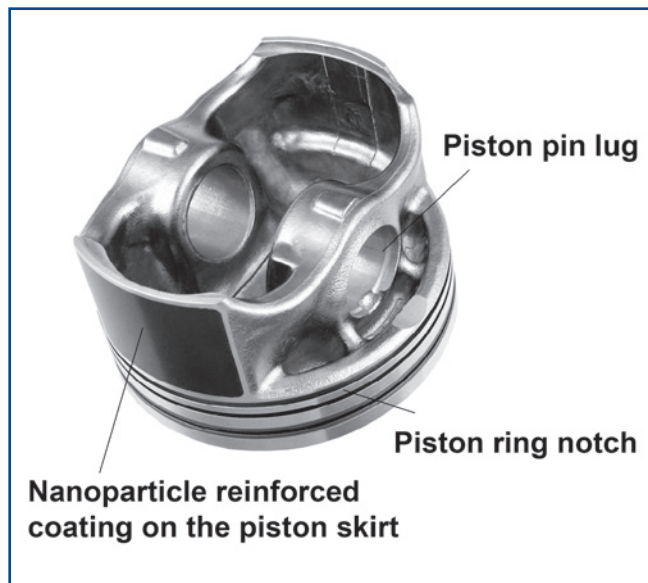


Projektpartner / Partners:  
KS Kolbenschmidt GmbH,  
J. Sigel & Sohn GmbH,  
Sachtleben Chemie GmbH,  
Wilhelm Niemann GmbH & Co.

*The goal of this project is the development and optimization as well as cost-effective production of innovative, ultra-light pistons with built-in features for the application in internal combustion engines. The responsibility of the IVW is the development of a novel tribological coating system for industrial use as a piston coating. In comparison to currently applied piston-coatings this new coating is to show an improved tribological behavior.*

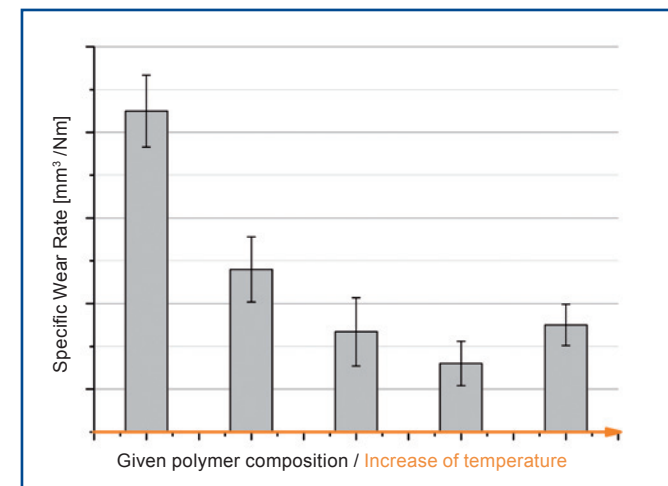
*The development of these tribo-coatings is based on the addition of ceramic particles, carbon fibers and solid lubricants to a polyamidimide matrix. Due to synergistic effects novel material properties will be generated. During research work it became evident that the distribution and type of micro- and nano-fillers in the polymer system is crucial for the tribological behavior. The tribological optimum is a function of degree of crosslinking which depends for a given polyamidimide-composition on the variation of curing temperature and curing time.*

*Innovative coating systems with improved tribological behavior are being developed for use in ultra-light combustion engines.*



Kolben mit nanopartikelverstärkter Gleitlackbeschichtung an dem Kolbenschaft

*Piston with nanoparticle reinforced coating on the piston skirt*

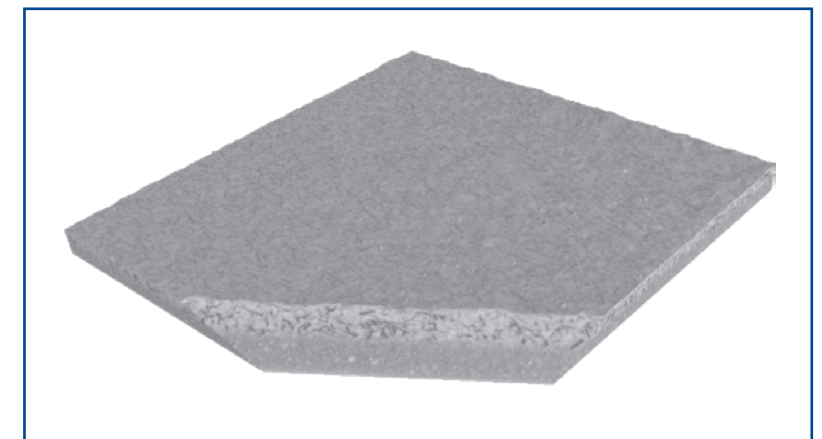


Qualitative Darstellung der Verbesserung des spezifischen Verschleißwiderstandes mit Erhöhung der Aushärtetemperatur

*Qualitative representation of improvement of the specific wear resistance with increasing the curing temperature*

Das Projekt "Innovative Leichtbaulösungen für ultraleichte, schnell laufende Maschinenelemente mit integrierten Tribo- und Dämpfungsfunktionen (FuKo)" wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Kennzeichen 03X3022 gefördert.

Automotive



μ-CT-Aufnahme einer Gleitlackbeschichtung  
μ-CT image of a tribo-coating



## Graduiertenkolleg 814



David Scheliga  
david.scheliga@ivw.uni-kl.de

Innerhalb des Projekts „Ingenieurmaterialien auf allen Skalen: Experiment, Modellierung und Simulation“ werden im hier vorgestellten Teilprojekt nanopartikelverstärkte Thermoplaste untersucht. Dabei steht der Begriff Ingenieurmaterialien für in Anwendung befindliche Werkstoffe, welche modifiziert bzw. optimiert werden sollen.

Bei der experimentellen Untersuchung am IVW wurde viel Sorgfalt in die Messung der Bruchzähigkeit von nanopartikelverstärktem Polyamid 66 gesteckt. Im Zuge dieser Untersuchung wurden zwei Prüfmethoden entwickelt, um eine zuverlässige Aussage über den Einfluss der Nanopartikel auf die Bruchzähigkeit zu treffen. Neben der quasistatischen

Prüfung wurden ebenfalls Bruchprüfkörper bei höherer Belastungsgeschwindigkeit geprüft. Dies ermöglichte den Vergleich des Werkstoffverhaltens und des Nanopartikeleinflusses bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten, da Polyamid 66 ein von der Belastungsgeschwindigkeit abhängiges Verhalten aufweist.

Die Ergebnisse zeigten, dass geringe Anteile von Nanopartikeln zu einer Steigerung der Bruchfestigkeit und Zähigkeit des Polyamid 66 führen. Darüber hinaus wurde beobachtet, dass sich hinsichtlich der Belastungsgeschwindigkeit der konstruktiv positive Einfluss der Nanopartikel nicht proportional verhält.

Within the project „Engineering materials at all scales: experiment, modelling and simulation“ this sub-project explores nanoparticle filled thermoplastics. The term “engineering materials” stands for those materials already used in nowadays applications, but which are to be modified and optimized.

A lot of care was put into the experimental investigation of the fracture toughness of nanoparticle filled polyamide PA 66 at the IVW. In the course of this investigation two testing methods were developed to achieve a reliable statement about the influence of the nanoparticles on the fracture toughness. Besides a testing method with quasi-static loading, specimens were tested

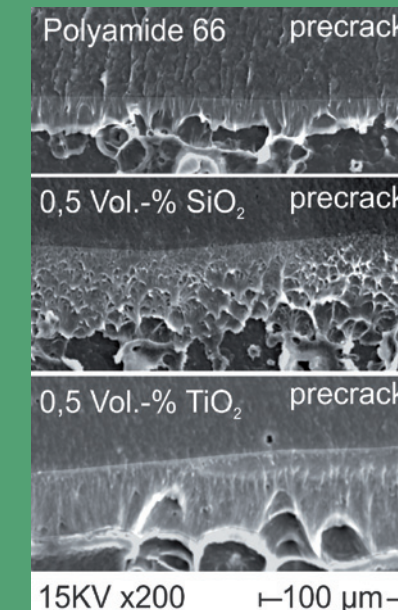
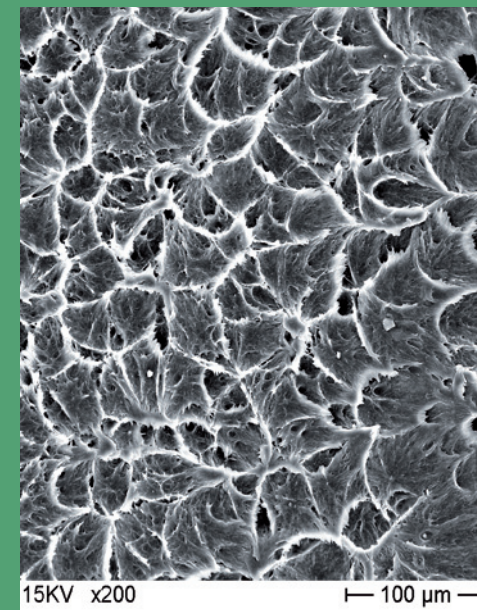
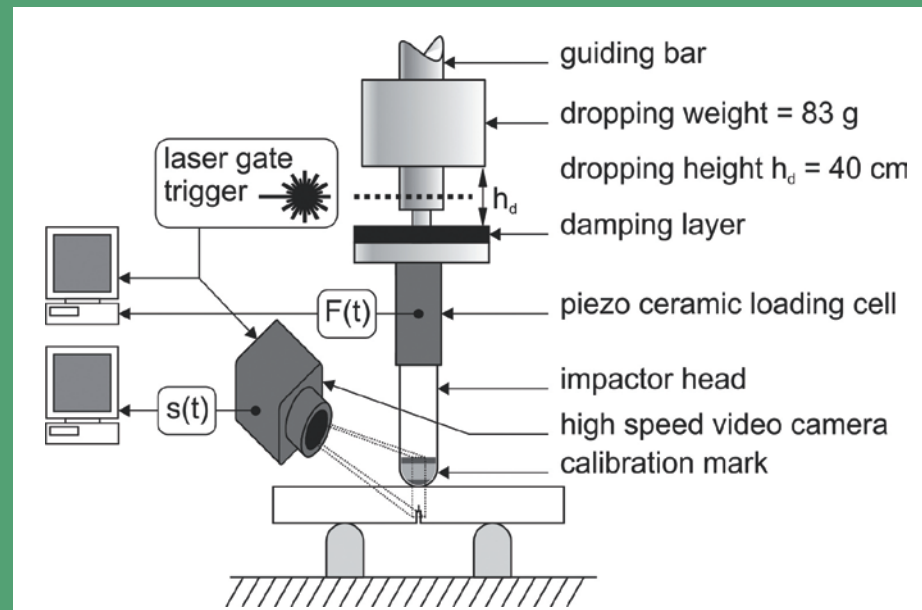
at higher loading speeds. This enabled the comparison of material behavior and influence of nanoparticles at different testing speeds, as PA 66 exhibits loading speed dependent mechanical behavior.

The results showed that the nanoparticles increase the fracture toughness of PA 66 at low filler contents. Furthermore, it was observed that regarding the loading speed the positive constructive influence of the nanoparticles behaves non proportional.

Engineering

Messaufbau für Bruchzähigkeitsbestimmung bei höheren Belastungsgeschwindigkeiten

Measurement setup for determination of fracture toughness at higher loading speeds



rechts / right  
Bruchflächen aus der Prüfung bei höherer Belastungsgeschwindigkeit

Fractured surfaces from tests at higher loading speeds

links / left  
Bruchfläche eines mit Siliciumdioxid-nanopartikeln verstärkten quasistatischen Prüfkörpers auf Polyamid 66

Fractured surface of a quasi-static loading specimen reinforced with silicon dioxide nanoparticles on Polyamide 66



## HIGHER



Nicole Motsch  
nicole.motsch@ivw.uni-kl.de

Konventionelle Faserverbund-Strukturen weisen eine niedrige Querfestigkeit senkrecht zur Laminebene sowie eine geringe Impaktbeständigkeit und Bruchzähigkeit auf. Durch das Einbringen struktureller Nähte in Laminatdickenrichtung können diese Eigenschaften wesentlich verbessert werden. Allerdings werden dadurch die mechanischen Eigenschaften in der Laminebene im Allgemeinen beeinträchtigt.

Im Projekt HIGHER sollen deshalb die 3D-Kenngrößen Festigkeit und Mode-I-Energiefreisetzungsrate unvernähter sowie strukturell vernähter Multiaxialgelege (MAG)-Laminat experimentell charakterisiert und deren Mode-I-Verhalten simuliert werden.

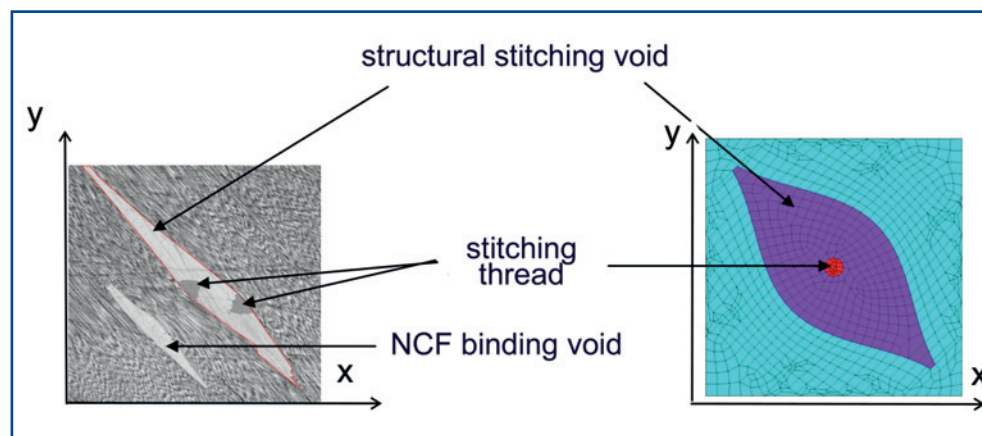
Am IVW wurde hierfür ein vorhandenes Finite-Elemente(FE)-Einheitszellenmodell um die Möglichkeit zur Abschätzung von 3D-Festigkeiten vernähter MAG-Laminat erweitert. Darüber hinaus wurde ein FE-Modell zur Simulation des Verhaltens unvernähter MAG-Laminat unter Mode-I-Belastung entwickelt, welches im weiteren Verlauf der Arbeit auf strukturell vernähte Laminat erweitert wird. Die Modellvalidierung soll anhand experimenteller Ergebnisse erfolgen. Zur Dimensionierung von Bauteilen aus strukturell vernähten MAG-Laminat sollen Werkstoffkennwerte bereitgestellt und Nähparameter mit der Zielsetzung der Verbesserung der Bruchzähigkeit, Impaktbeständigkeit und Schadenstoleranz bei minimaler Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften in der Laminebene identifiziert werden.

Faserverbundbauteile für die Luft- und Raumfahrt können durch das Einbringen struktureller Nähte schadenstoleranter, impaktbeständiger und bruchzäher werden. Experimentelle Werkstoffcharakterisierungen und FE-Simulationen am IVW sollen die hierfür notwendigen Kennwerte und Nähparameter liefern.

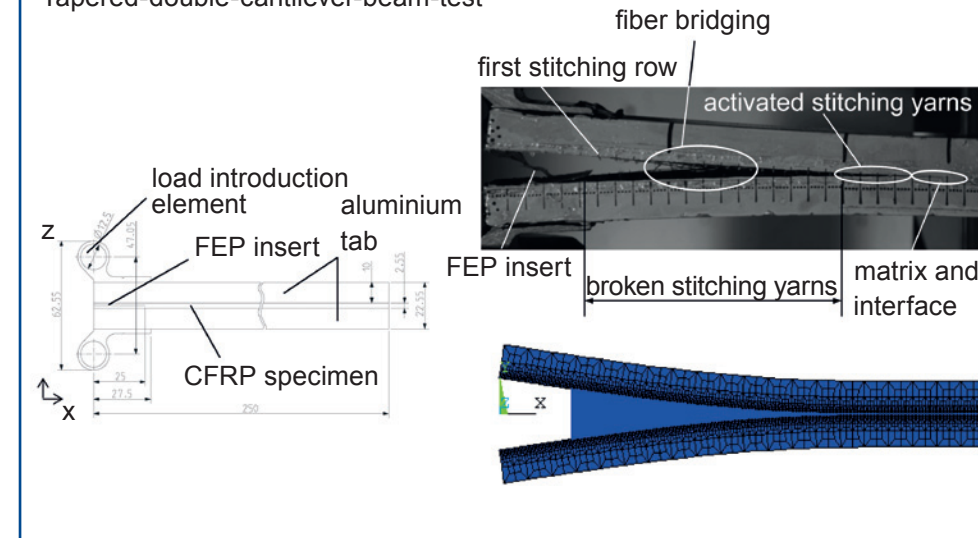
Projektpartner / Partners:  
Airbus Deutschland GmbH,  
Premium AEROTEC GmbH,  
EADS Innovation Works,  
Air Vehicle - Eurocopter Group,  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz-Gemeinschaft,  
Technische Universität Braunschweig

Abbildung der Fehlstelle (Reinharzgebiet) infolge des strukturellen Vernähens im FE-Einheitszellenmodell

Representation of void (resin pocket) due to structural stitching in FEA based unit-cell model



Tapered-double-cantilever-beam-test



State-of-the art fiber reinforced polymer (FRP) laminates show poor strength perpendicular to the laminate plane as well as low impact resistance and fracture toughness. Structural stitching can enhance out-of-plane properties of FRP laminates, but on the other hand, in-plane stiffness and strength are adversely affected in general.

Objectives of the project HIGHER are to determine the out-of-plane properties strength and mode-I energy release rate of unstitched and structurally stitched non-crimp fabric (NCF) laminates and to simulate the mode-I behavior.

At the IVW an existing unit-cell model was extended to predict out-of-plane strength properties of structurally stitched NCF laminates. Furthermore, an FEA-based methodology was developed to simulate the mode-I behavior of unstitched laminates which shall be extended to structurally

stitched laminates in the work in progress. The validation of the simulation shall be carried out with experimental results. For the design of fiber reinforced plastics made out of structurally stitched NCF laminates material properties shall be provided and optimized. Stitching parameters shall be identified to achieve improved properties for damage tolerance, fracture toughness and impact resistance with a minimal influence on the in-plane characteristics of the laminate.

Fiber reinforced components for aerospace applications can be made more damage tolerant, fracture tough and impact resistant by structurally stitching the laminates. Experimental characterization and simulation methodology carried out at the IVW is to provide the required material and stitching parameters.

The work is subcontracted by Airbus Deutschland GmbH within the LuFo IV/2nd Call project HIGHER-TE (Modeling of the behaviour of structurally stitched C-NCF laminates for high lift components subjected to interlaminar mode I loading) (Reference no. HIGHER-TE-WP2-IVW-01).

Bestimmung der Energiefreisetzungsrate  $G_{IR}$  von multidirektionalen CFK-MAG-Laminaten mit struktureller Vernähung (Experiment und FE-Simulation)

Determination of energy release rate  $G_{IR}$  of structurally stitched non-crimp carbon fiber reinforced laminates (test and FEA simulation)

Aerospace



H2SusBuild



Angelos Miaris  
angelos.miaris@ivw.uni-kl.de



Die Vision von H2SusBuild ist das CO<sub>2</sub> neutrale, energieautarke Gebäude mit Wasserstoff als Energieträger. Die über Solar- und Windkraft gewonnene Energie deckt den Energiebedarf des Gebäudes. Die überschüssige Energie wird mittels Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt und in Druckbehältern gespeichert. Je nach Energiebedarf wird durch das Verbrennen von Wasserstoff in einer Brennstoffzelle erneut Strom erzeugt.

Projektpartner / Partners:

- D'Appolonia S.p.A.,
- National Technical University of Athens,
- S.C.A.M.E. Sistemi S.r.l.,
- IKERLAN Sociedad Cooperativa,
- IDROGEN2 S.r.l.,
- SCHNEIDER ELECTRIC S.A.,
- Institut für Verbundwerkstoffe GmbH,
- CirComp GmbH,
- Acciona Infraestructuras S.A.,
- I.C.I. Caldaie S.p.A.,
- Catator AB CATATOR SE,
- The University Court of the University of St Andrews,
- Centre for Renewable Energy Sources,
- SKANSKA Nya Hem AB,
- Van Berkel & Bos U.N. Studio B.V.,
- DECOSOFT Spółka Akcyjna,
- CAVE S.r.l.,
- Det Norske Veritas AS

Für die Realisierung dieses Konzepts muss die Energieeffizienz weiter gesteigert werden und dazu sind zukünftig auch größere Druckbehälter mit höheren Speicherdrücken notwendig. Das IVW hat die Aufgabe, hierfür eine effizientere Herstellung kohlenstoffaserverstärkter Druckbehälter zu ermöglichen.

Um die notwendigen Zykluszeiten für das Bewickeln von Behältern zu reduzieren, ist die gleichzeitige Zuführung des imprägnierten Fasermaterials an mehreren Stellen am Umfang des Behälters erforderlich. Hauptpunkt der Entwicklungsarbeiten des IVW ist die Konstruktion und die Inbetriebnahme eines neuen Ringwickelkopfes mit zwölf am Umfang verteilten Fadenablegern. Im Vergleich zum konventionellen Wickelverfahren können mit dem Ringwickelkopf bis zu fünfmal höhere Verarbeitungsgeschwindigkeiten realisiert werden.

Wichtiger Bestandteil des Ringwickelkopfes sind die neu entwickelten Siphon-Imprägniereinheiten, die eine vollständige Tränkung der Fasern mit Harz über das gesamte Verarbeitungsfenster gewährleisten müssen. Der Einsatz dieser Imprägniereinheit gewährleistet stabile und exakte Prozessbedingungen sowie einen kontinuierlichen Betrieb.

Mit dem neuen Ringwickelkopf und den neu entwickelten Siphon-Imprägniereinheiten sind kürzere Verarbeitungszeiten beim Bewickeln der kohlenstoffaserverstärkten Druckbehälter möglich. Die nachgewiesene gute Funktionalität der Anlage bietet die Basis für eine effizientere Herstellung von Druckbehältern.



Wickelvorgang eines Typ III Druckbehälters  
Winding of a type III pressure vessel

The vision of the project H2SusBuild is the development of a self-sustained building that uses hydrogen as the main energy storage medium. The primary energy is harvested from solar and wind power and used directly to cover the immediate electricity needs of the building. The excess energy is converted by electrolysis to hydrogen which is stored in pressure vessels. According to the energy demands, hydrogen can be directly combusted in a fuel cell, thereby producing electrical energy.

In order to realize this concept the energy efficiency of the system has to be increased. Therefore, in the future pressure vessels with higher capacity and increased storage pressure are required. Composite pressure vessels with light weight characteristics are an optimum solution. The IVW is assigned with the development of new efficient methods for the production of such carbon fiber reinforced pressure vessels.

In order to reduce the winding time of the vessels it is essential to increase the material lay-down rate. The main task of

the research work is the design and launch of a new ring winding head with twelve radial movable feed-eyes placed around the circumference of the mandrel. This ring winding technology can achieve five times higher production rates in comparison to the conventional winding techniques.

An important part of the head is the siphon impregnation unit which is capable of impregnating the fibers with resin during the entire processing window. The use of the siphon impregnation unit allows stable and exact process conditions as well as continuous production without interruptions.

The new ring winding technology and newly developed siphon impregnation unit enable a faster winding of the carbon fiber reinforced pressure vessels. The proven functionality of the process forms a sound basis for a more efficient production of such pressure vessels.

Energy

Das Projekt "H2SusBuild – Entwicklung eines sauberen und energienachhaltigen Gebäudes mit der Zielsetzung der Integration von Wasserstoff und erneuerbaren Energien" wird innerhalb des siebten Rahmenprogramms (THEME NMP-2007-4.0-5 Ressourceneffiziente und saubere Gebäude) durch die Europäische Union finanziert, Förderkennzeichen: NMP2-LA-2008-214395.



## HyBaTa



René Martin Holschuh  
rene.holschuh@ivw.uni-kl.de

Engineering

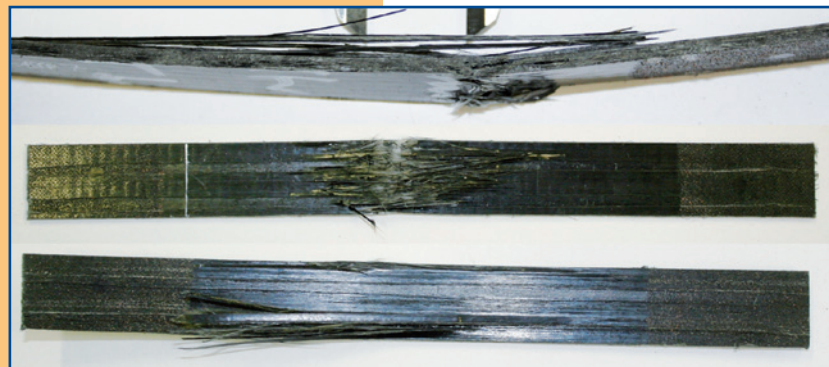
Ziel des Projektes ist es, durch effiziente Kombination zweier Herstellungsverfahren direkt die Eigenschaften des resultierenden Hybridbauteils zu optimieren. Hierdurch soll eine Gewichtsreduktion beziehungsweise eine gesteigerte Bauteilperformance erzielt werden. Bei den herkömmlichen Verfahren zur Herstellung hybrider Bauteile, die aus diskontinuierlich- und endlosfaserverstärktem Material bestehen, wird die lastaufnehmende UD-Endlosverstärkung in dem Verarbeitungswerkzeug eingelegt und in einem anschließenden Press- bzw. Spritzprozess weiterverarbeitet. Die hierbei zu realisierende Fixierung der Verstärkung stellt ein komplexes Problem dar und resultiert in erhöhten Fertigungskosten. Hier setzt das im Rahmen des Projekts entwickelte Konzept an, indem das Hybridbauteil durch Aufbringen der lokalen UD-Verstärkung auf den bereits geformten Grundkörper mittels thermoplastischer Legetechnik gebildet wird.

Im Rahmen des Projektes wurden unterschiedliche Fertigungsverfahren gegeneinander bewertet und Prozessparameter optimiert. Es konnte gezeigt werden, dass die lokale Verstärkung die gewünschte Auswirkung auf die resultierenden mechanischen Eigenschaften des Bauteils hat.

Im Vergleich zu den etablierten Verfahren kann durch das Aufbringen der lokalen Verstärkung mittels Tapelegen eine lastgerechte Bauteilauslegung fertigungstechnisch optimal umgesetzt werden.

Proben zur Bestimmung der Zugfestigkeit

Tensile strength behavior samples



HyBaTa - Hybride Bauteile mittels Tapelegetechnologie, gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages, Förderkennzeichen: KF2088305GZ9.

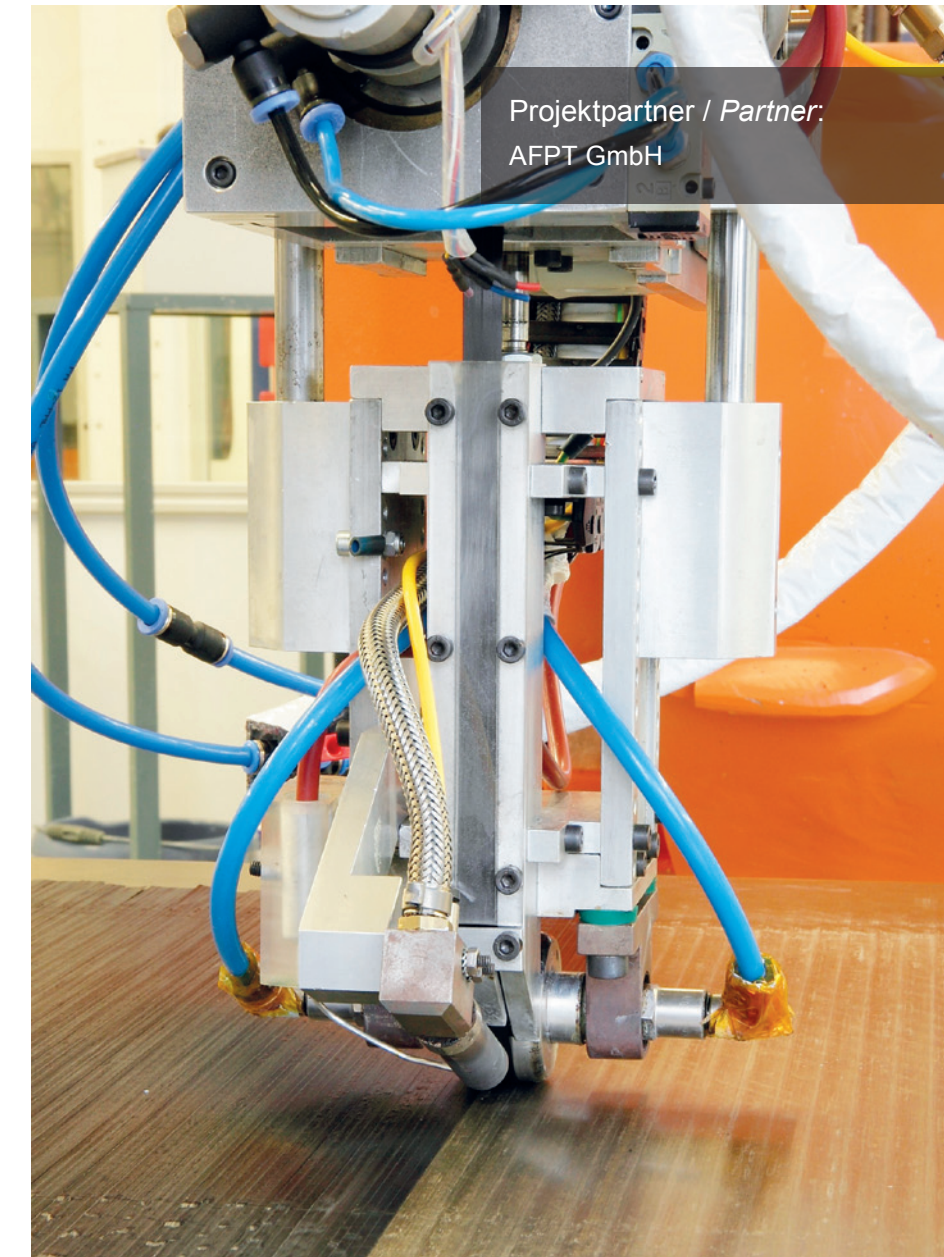
The scope of the project is to efficiently combine two different lightweight production methods with the aim to achieve a controlled influence on the mechanical properties of the resulting hybrid structure. Thus, a weight reduction or an increase of the mechanical properties is realizable. In the conventional process for the manufacture of hybrid components, consisting of discontinuously and continuously reinforced materials, the load-bearing UD continuous reinforcement is inserted into the molding tool and processed afterwards in a subsequent molding or injection process. This production method is associated with the following problem: the accurate fixation and precise alignment of the UD reinforcement which results in higher manufacturing costs. In this work a different production method is under examination: the local reinforcement is applied by a thermoplastic in-situ tape placement process on the already formed base part, even on complex structured parts without any post consolidation steps.

Within the project different manufacturing methods for the hybrid structures were under examination and process parameters were optimized. It became evident that the local reinforcement has the desired positive effect on the resulting mechanical properties of the component.

Tapelegekopf montiert an einem Roboter

Robotic arm equipped with tape placement head

Compared to the conventional techniques a load-related component design can be manufactured in an optimized manner by the application of local reinforcements using the tape placement method.



Projektpartner / Partner:  
AFPT GmbH

HyBaTa - Hybrid components using the tape placement method, funded by the Federal Ministry for Economy and Technology based on a decision of the German Bundestag, promotional reference: KF2088305GZ9.



IMS&CPS



Timo Grieser  
timo.grieser@ivw.uni-kl.de

Carbonfaserverstärkter Kunststoff (CFK) wird in zunehmendem Maße für Leichtbauanwendungen in der Luftfahrtindustrie interessant. Um CFK flächendeckend als Ersatz für bisher verwendete Metalle einzusetzen, müssen jedoch die Materialeigenschaften verbessert und die Prozessbedingungen kosteneffektiv angepasst werden.

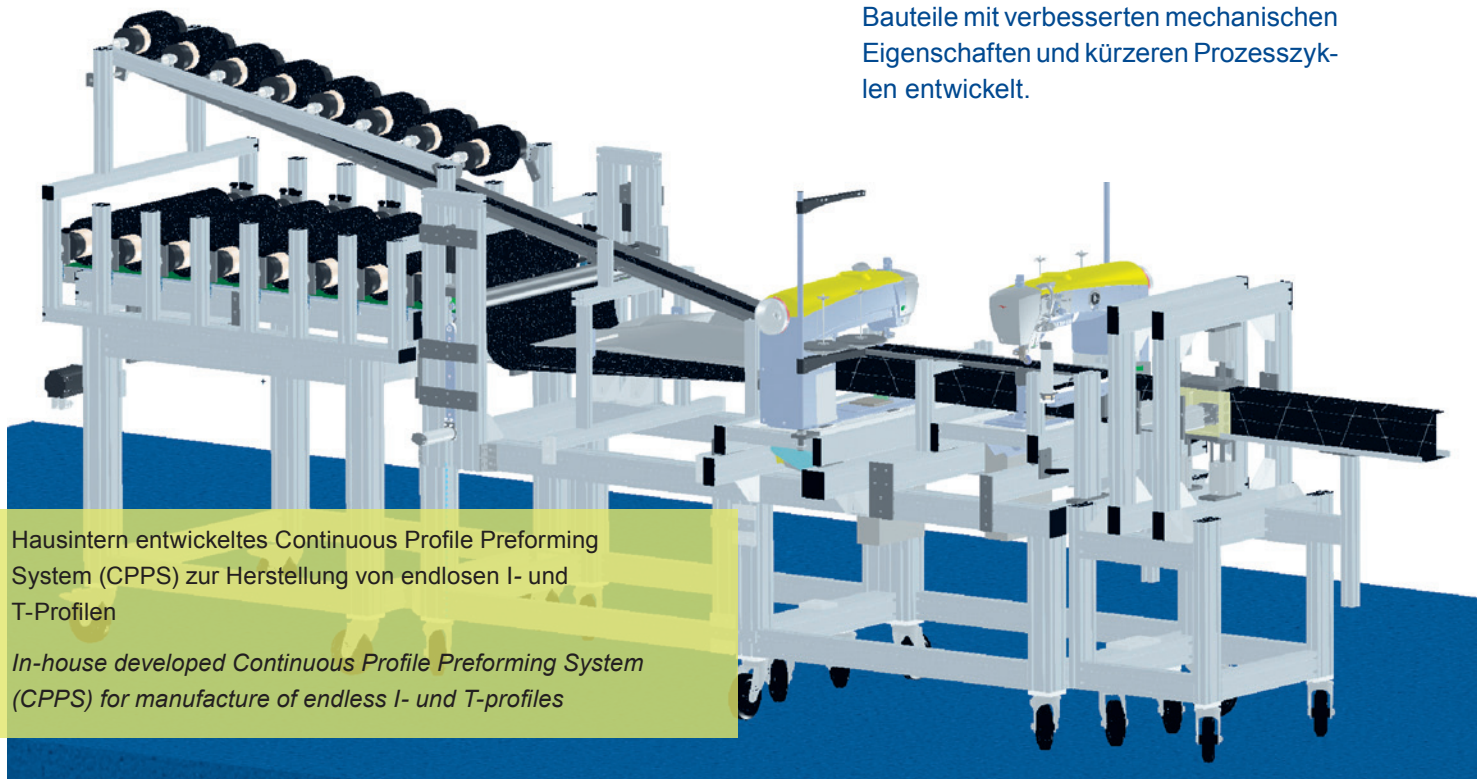
Im von der Europäischen Gemeinschaft geförderten Projekt IMS&CPS – Innovative Material Synergies & Composite Processing Strategies werden die matrixdominierten Werkstoffeigenschaften kontinuierlich verstärkter Faserkunststoffverbunde (FKV) durch die Einbringung orientierter Carbon Nanotubes (CNT) verbessert. Hierzu werden verschiedenste thermoplastische und duromere Prozessrouten verfolgt.

Flüssigimprägnierprozesse für eine schnelle, ausfilterungsfreie CNT-Harz-Imprägnierung werden in dem vom IVW geleiteten Arbeitspaket erarbeitet. Das IVW

arbeitet hierbei mit einem modifizierten Resin Transfer Molding (RTM) Prozess, dem Advanced RTM-Prozess. Damit können Bauteile in viel kürzerer Zeit hergestellt werden – auch wenn gefülltes oder hochviskoses Harz verarbeitet wird.

Darüber hinaus entwickelt das IVW eine Preforminganlage zur Herstellung kontinuierlich vernähter I- und T-Profile. Bisher ist das Preforming für Profile in viele kleine zeitintensive Schritte unterteilt. Da für ein Flugzeug mehrere Kilometer Stringer benötigt werden, sind die Entwicklungsarbeiten für eine kontinuierliche Herstellung von großer Bedeutung. Der Lösungsansatz basiert auf einem kontinuierlichen Drapierprozess zur Profilverstellung und der Fixierung durch den Einsatz von Schieberrad-Rollfuß-Säulennähmaschinen.

Innerhalb von IMS&CPS werden thermoplastische und duroplastische Prozessrouten mit gerichteter Einbringung von CNTs zur Herstellung multifunktionaler Bauteile mit verbesserten mechanischen Eigenschaften und kürzeren Prozesszyklen entwickelt.



Hausintern entwickeltes Continuous Profile Preforming System (CPPS) zur Herstellung von endlosen I- und T-Profilen

In-house developed Continuous Profile Preforming System (CPPS) for manufacture of endless I- und T-profiles

PROJECTS

Carbon fiber reinforced polymer (CFRP) is being used more and more often for lightweight applications in the aerospace industry. For CFRP to become a genuine substitute for metals, their material properties must be improved and combined with cost-effective processes.

In the project IMS&CPS – Innovative Material Synergies & Composite Processing Strategies funded by the European Community, matrix dominated properties of continuous carbon fiber reinforced polymer composites (CFRPC) are to be improved by the implementation of carbon nanotubes (CNT). In this context, various thermoplastic and thermoset processes will be evaluated.

A fast, exfiltrate-free CNT resin impregnation as well as process parameters of the fluid impregnation are being determined in one work package led by IVW. The Advanced Resin Transfer Molding (RTM) Process being used for this is a modified RTM-Process, which enables quicker component manufacturing even if filled or high-viscosity resins are processed.

IVW is developing a preforming system to manufacture continuously stitched I and T profiles. Up to now, preforming is a time-consuming task. Due to the fact that an aircraft requires several kilometers of stringer profiles, the development of a continuous manufacturing process is of particular interest. This approach is based on a continuous draping process fixed by pillar stitching machines, equipped with

feeding wheels and roller pressures.

Various thermoplastic and thermoset processes with an oriented incorporation of CNTs are being developed within IMS&CPS for manufacturing multi-functional structural parts with enhanced mechanical properties in shorter cycle processes.

Aerospace

Projektpartner / Partners:

- Coexpair S.A.,
- S.A. Nanocyl,
- EADS Innovation Works,
- Alstom Transport S.A.,
- Katholieke Universiteit Leuven,
- VLZU – Vyzkumny A Zkusebni Letecky Ustav A.S.,
- CTL – Composites Testing Laboratory Ltd,
- CAM – The Chancellor, Masters and Scholars of the University Cambridge,
- QMUL – Queen Mary and Westfield College, University of London,
- INSA – Institut National des Sciences Appliquees de Lyon,
- SLCA – Societe Lorraine de Construction Aeronautique,
- ENSAIT – Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries Textiles,
- Quickstep GmbH,
- FIDAMC – Fundation Para La Investiqacion,
- Desarrolly Y Application De Materials Compuestos,
- Fundacion Imdea Materials

The research is funded by the European Community's Seventh Framework Programme (FP7), Theme NMP-2009-Large-3 (GA-No. 246243).



## Inno.CNT-CarboCar



Klaus Hildebrandt  
klaus.hildebrandt@ivw.uni-kl.de

Automotive

In der Automobil- und Luftfahrtindustrie werden vorwiegend metallische Materialien für die Außenhaut verwendet. Der Einsatz von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) wird trotz der damit verbundenen Vorteile, wie geringerer Energieverbrauch und verbessertes Energieabsorptionsvermögen, oftmals durch nicht ausreichende Oberflächeneigenschaften begrenzt. So müssen für den Automobilbereich FKV-Bauteile auch in Großserie lackiert werden können und im Luftfahrtbereich macht die unzureichende elektrische Leitfähigkeit zusätzliche konstruktive Maßnahmen beispielsweise für den Blitzschutz notwendig.

Im Projekt CarboCar arbeitet das IVW gemeinsam mit fünf Projektpartnern an der Entwicklung und Bewertung funktionsintegrierter, thermoplastischer Bauteile mit Class-A-Oberflächen und elektrischer Leitfähigkeit. Neben der Optimierung der Verstärkungsstruktur soll eine Funktionsschicht entwickelt und umfassend charakterisiert werden. Diese Ziele werden durch eine Funktionsintegration von elek-

trisch leitfähigen Kohlenstoffnanoröhren, sogenannten Carbon Nanotubes (CNT), sowie die Einbringung von oberflächenverbessernden Materialien erzielt. CNT können eine hinreichende elektrische Leitfähigkeit erzeugen, die eine Lackierung im KTL- oder Pulverbeschichtungsverfahren ermöglicht und eine unterstützende Funktion beim Blitzschutz übernimmt. Eine verringerte Durchzeichnung der Textilstruktur soll sowohl auf werkstofflicher als auch auf prozesstechnischer Seite zusätzlich Vorteile schaffen.

Am IVW wurden bereits verschiedene elektrisch leitfähige Compounds auf Basis technischer und hochtemperaturstabiler Polymere entwickelt und zu Organoblechen verarbeitet.

Neuartige thermoplastische, funktionsintegrierte endlosfaserverstärkte Verbundwerkstoffe werden entwickelt, die sich mit höherer elektrischer Leitfähigkeit und verbesserten Oberflächeneigenschaften neue Anwendungsfelder im Flugzeug- und Automobilbau erschließen.

In the automotive and aerospace industries mainly metallic materials are used for exterior applications. The use of fiber reinforced polymer composites (FRP), despite the benefits such as lower energy consumption and improved energy absorption capacity, is often limited by insufficient surface properties. For the automotive industry large scale standard varnishing processes must be applicable on FRP components. Because of its poor electrical conductivity, additional constructive measures like lightning protection are required for the aviation sector.

In the CarboCar project the IVW is working with five project partners on the development and evaluation of thermoplastic parts with Class A surfaces and integrated functions such as electrical conductivity. In addition to optimizing the reinforcing structure, a functional coating is to be developed and fully characterized. These objectives are achieved through the incorporation of electrically conductive carbon nanotubes (CNT) as well as the

integration of surface enhancing materials. CNT can generate sufficient electrical conductivity, which allows CDP or powder coating and supports the lightning protection mechanisms. A reduced tracing of the textile structure is to create benefits for both the material and the processing.

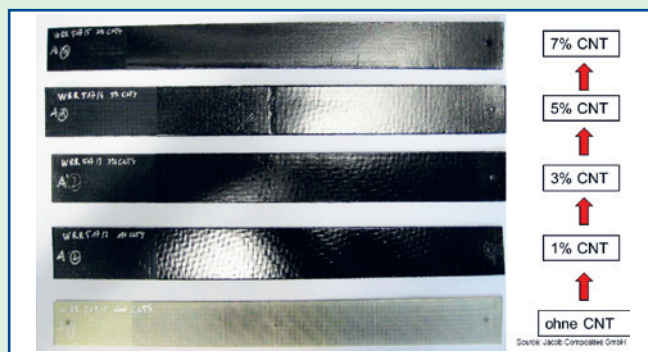
IVW has already developed various electrically conductive compounds based on technical and high temperature polymers and processed them into organic sheets.

Novel thermoplastic, functionally integrated fiber-reinforced polymer composites (FRPC) are being developed that, due to an increased electrical conductivity as well as enhanced surface properties, tap into new applications in aircraft and automotive industry.

Projektpartner / Partners:  
Jacob Composite GmbH,  
Bond-Laminates GmbH,  
Evonik Degussa GmbH,  
Bayer MaterialScience AG,  
xperion Aerospace GmbH

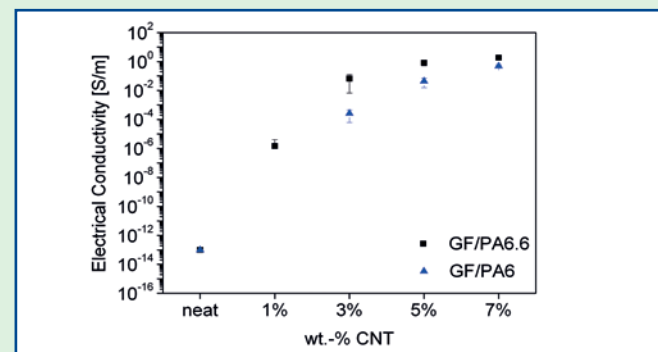
Elektrostatisch lackierte GF/PA66-Composites mit unterschiedlichen Carbon Nanotube (CNT)-Gehalten

Electrostatically coated GF/PA66 composites with varying carbon nanotube (CNT) contents



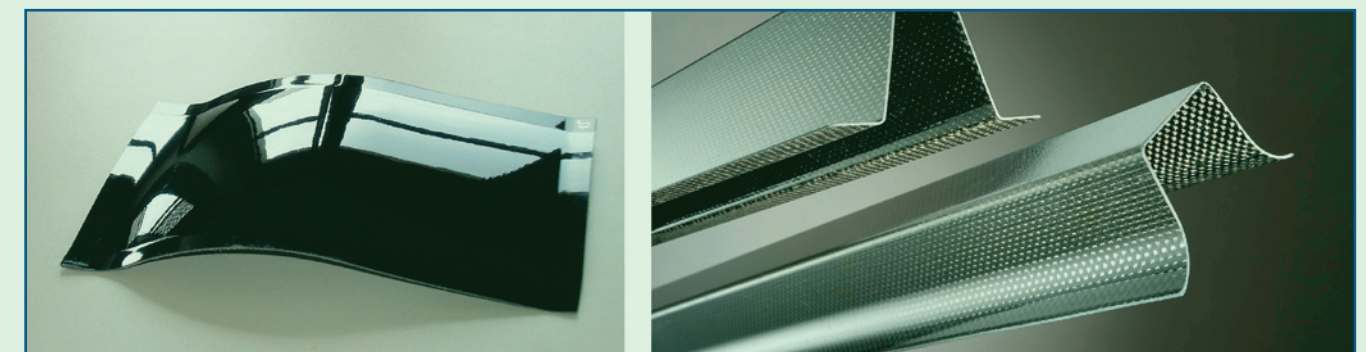
Elektrische Leitfähigkeiten von Glasfaser/Polyamid 6- und GF/PA66-Composites mit verschiedenen CNT-Gehalten

Electrical conductivity of GF/PA6 and GF/PA66 composites with varying CNT contents



Mögliche Anwendungen in der Automobil- bzw. Luftfahrtbranche sind Außenhautbauteile bzw. funktionsintegrierte Bauteile

Possible applications in the automotive industry are exterior body parts and functionally integrated applications in the aviation industry



Das Forschungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert.

This research project is sponsored by the Bundesministerium für Bildung und Forschung.



## Inno.CNT-CarboDis



Andreas Noll  
andreas.noll@ivw.uni-kl.de

Engineering

Verbesserte Dispergiertechnologien sowie die Analyse und Optimierung der Eigenschaftsprofile von Carbon-Nanotube (CNT)-Polymerkompositen sind Ziele des Projekts Inno.CNT-CarboDis.

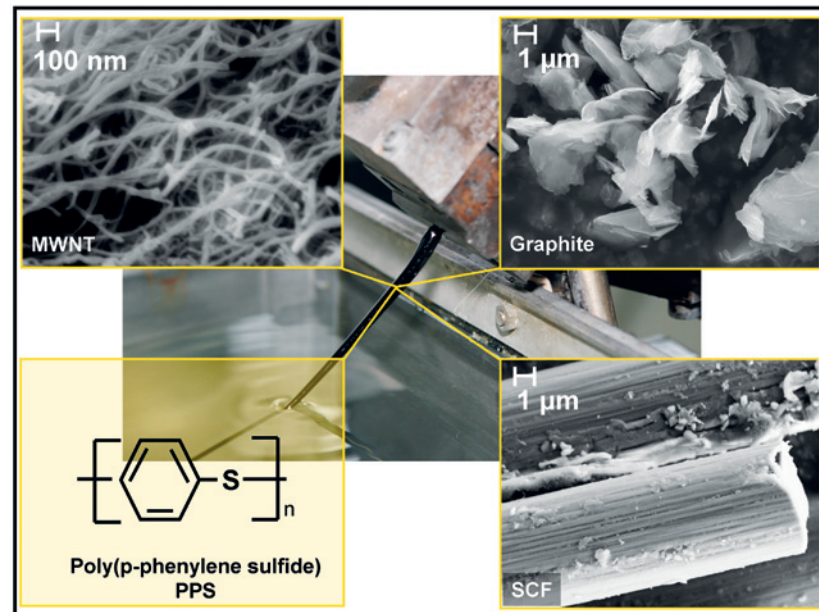
Am IVW wurden über optimierte Doppelschneckenextrusions- und Spritzgussverfahren Polyphenylensulfid (PPS), mehrwandige CNTs (MWNTs) sowie kombinierte Füllstoffsysteme mit kurzen Kohlenstofffasern (SCFs) und Graphit hergestellt. Anschließend wurden Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehungen abgeleitet.

Das beste Gesamteigenschaftsprofil wurde mit einer gezielten multimodalen Funktionalisierung mit MWNTs, SCFs und Graphit erzielt. Insbesondere mechanische,

elektrische und tribologische Eigenschaften standen dabei im Fokus der Untersuchungen.

Synergien bezüglich der elektrischen Eigenschaften zwischen SCFs und MWNTs wurden nachgewiesen, wobei die elektrische Leitfähigkeit in Perkolationsnähe der Einzelfüllstoffsysteme signifikant durch eine Füllstoffkombination um Dekaden ansteigt. Diese Synergien konnten durch einen neuen Modellansatz – die modifizierte Mischungsregel – beschrieben werden.

Neuartige PPS-Komposite werden entwickelt, die über eine funktionsintegrierte elektrische Leitfähigkeit im Eigenschaftsprofil gegenüber den Standardkompositen überlegen sind, womit beispielsweise elektrostatische oder elektrisch dissipative Anwendungsfelder für CNT-Nanokomposite neu erschlossen werden können.



Schmelzmischung von mehrwandigen Carbon-Nanotubes (MWNT), Graphit, kurzen Kohlenstofffasern (SCF) und Polyphenylensulfid (PPS)

Melt-mixing of multi-walled carbon nanotubes (MWNT), graphite, short carbon fibers (SCF) and polyphenylene sulfide (PPS)

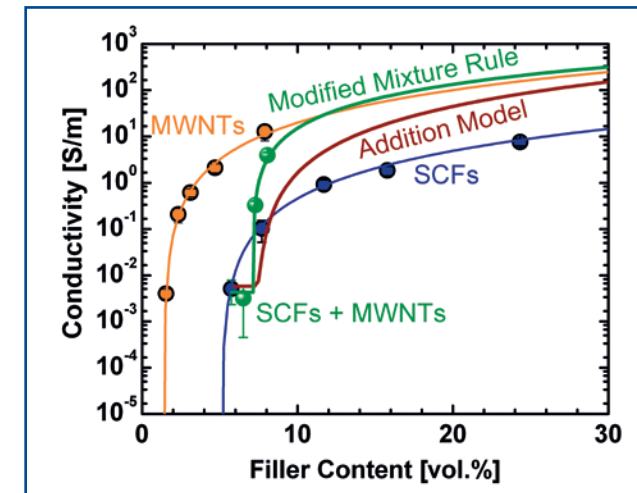
Improved dispersion technologies and the exploration of the material properties of carbon nanotube (CNT)-polymeric composites are the goals in the project Inno.CNT-CarboDis.

At the IVW polyphenylene sulfide (PPS) and multi-walled CNTs (MWNTs) as well as combined filler systems with short carbon fibers (SCFs) and graphite were produced via optimized twin screw extrusion and injection molding. Then, process-structure-property-relationships were explored.

The best overall property profile was achieved with a selective multimodal functionalization with MWNTs, SCFs and graphite. These investigations focus on the mechanical, electrical and tribological properties.

Synergies to improve the electrical properties between SCFs and MWNTs were detected. The electrical conductivity of combined filler systems increased significantly for several decades near to percolation threshold in comparison to single filler systems. This synergistic effect was described by a new model approach called modified mixture rule.

New PPS-composites with integrated electrical conductivity are being developed, offering superior performance compared to standard filler systems; thus opening up new applications for carbon nanotube nanocomposites such as electrostatic sensitive or electrical dissipative applications.



Elektrische Leitfähigkeit und Modellkurven der MWNT-, SCF- und MWNT/SCF/PPS-Komposite

Electrical conductivity and model curves of MWNT, SCF and MWNT/SCF/PPS composites

Projektpartner / Partners:  
 BASF SE,  
 Bayer MaterialScience AG,  
 BYK Chemie GmbH,  
 Evonik Industries AG,  
 EXAKT Advanced Technologies GmbH,  
 Future Carbon GmbH,  
 Siemens AG,  
 Zentrum für Brennstoffzellen  
 Technik ZBT GmbH,  
 Fraunhofer ICT,  
 Leibniz-Institut für  
 Polymerforschung Dresden e.V.,  
 Technische Universität Hamburg-Harburg,  
 Universität Erlangen-Nürnberg,  
 assoziierter Partner:  
 Rhein Chemie Rheinau GmbH

Inno.CNT-CarboDis "Dispergierung und Konfektionierung" als Teilprojekt der Inno.CNT "Innovationsallianz Carbon Nanotubes" wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Kennzeichen 03X0042J gefördert.



## Inno.CNT-CarboRoad



Gunnar Rieber  
gunnar.rieber@ivw.uni-kl.de

Im Projekt CarboRoad werden Verfahren, Anlagen und Ausgangswerkstoffe entwickelt, um Carbon-Nanotube (CNT)-Harz über Flüssigimprägnierverfahren zu verarbeiten. Anhand von drei Demonstratorbauteilen soll gezeigt werden, dass eine wirtschaftlich bedeutende Eigenschaftverbesserung von Faser-Verbund-Werkstoffen durch den Einsatz von CNTs möglich ist.

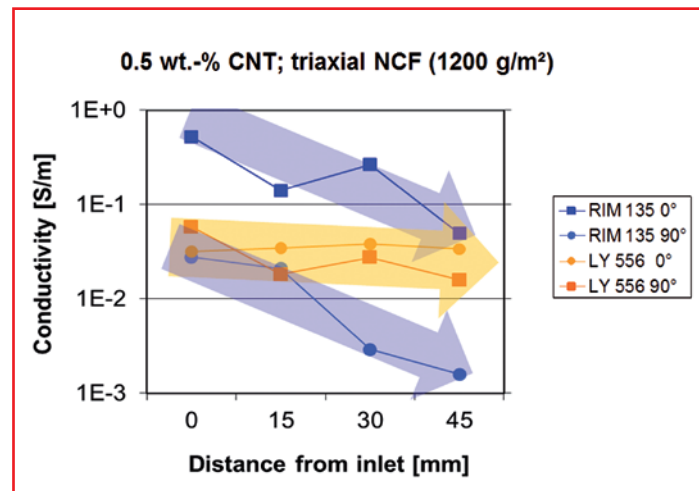
Ein Rotorblattsegment für Windkraftanlagen aus glasfaserverstärktem Kunststoff soll eine elektrische Leitfähigkeit aufweisen, die ausreichend für die Strukturüberwachung (Structural Health Monitoring) des Bauteils ist. Für den Sportbereich soll eine biegeweiche Rennradsattelstütze mit erhöhter Ermüdungsfestigkeit realisiert werden. Und stellvertretend für den industriellen Bereich soll eine Papierwalzenbeschichtung mit erhöhter Temperaturwechselfestigkeit und Härte stehen.

Die Herausforderung besteht in der homogenen Einbringung der CNTs, da diese bei der Verwendung konventioneller Imprägnierverfahren durch das Verstärkungstextil ausgefiltert werden. Am IVW wurde ein Injektionsverfahren mit schließbaren Fließkanälen entwickelt, das die Ausfilterung der CNTs bei der Injektion verhindert und die Verarbeitung hochviskoser Harze über das Resin Transfer Molding Verfahren erlaubt.

Verfahren zur Realisierung neuartiger CNT-GFK-Komposite wurden am IVW entwickelt. Diese CNT-Komposite sind reinen glasfaserverstärkten Kunststoffen überlegen, da sie über eine funktionsintegrierte elektrische Leitfähigkeit und bessere mechanische Eigenschaften verfügen.

Engineering

Projektpartner / Partners:  
Büfa GmbH & Co. KG,  
Saertex GmbH & Co. KG,  
Tartler GmbH,  
Canyon Bicycles GmbH,  
xperion FS Composites GmbH & Co. KG

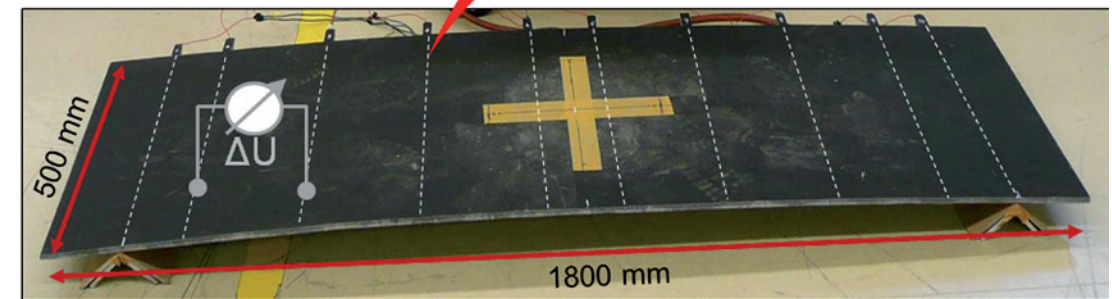
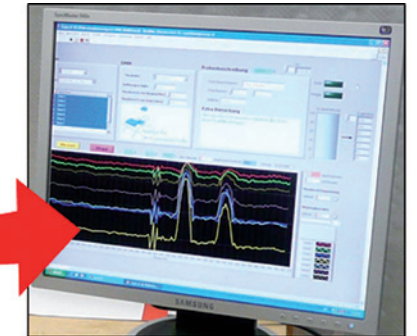


Abnahme der elektrischen Leitfähigkeit mit größerer Distanz vom Anguss durch Ausfilterung

Decrease of the electrical conductivity with increasing distance from the inlet due to filtering

Für die Strukturüberwachung geeignetes metergroßes glasfaserverstärktes Kunststoff (GFK)-Bauteil mit Carbon Nanotube (CNT)-Harzmatrix

Large scale glass fiber reinforced plastic laminate injected with CNT doped resin applicable for Structural Health Monitoring



In the project CarboRoad processes, machines and raw materials are being developed for processing carbon nanotube (CNT) doped resin by liquid composite molding. Three demonstrators are to be built which show that in using CNT the properties of fiber reinforced materials can be improved in an economically significant way.

A rotor blade segment for wind turbines made of glass fiber reinforced plastics is to show an electrical conductivity sufficient for Structural Health Monitoring. For the sport sector an angular flexible racing bicycle seat post with prolonged fatigue life is to be realized. And a surface coating of a paper roller with increased hardness and enhanced thermal fatigue life is to function as a representative for industrial applications.

The challenge is to homogeneously distribute the CNTs in the reinforcement textile, as the CNTs are filtered when conventional infusion processes are used. At IVW an injection molding process with closable flow channels that prevents filtering has been developed. This technique prevents the filtering of CNTs during the injection process and allows the use of higher viscosity resins in resin transfer molding (RTM) manufacturing.

Technological processes for realizing new CNT doped glass fiber reinforced polymer composites were developed at the IVW. These new CNT composites with integrated electrical conductivity offer superior materials performance.

Inno.CNT-CarboRoad "Entwicklung von Hilfsstoffen, Halbzeugen und Prozessen zur Herstellung struktureller Bauteile aus CNT-verstärkten duroplastischen Faser-Kunststoff-Verbunden" is financially supported by the German Federal Ministry of Education and Research (03X0052F).



## Inno-Dämmsystem



Sergiy Grishchuk  
sergiy.grishchuk@ivw.uni-kl.de

Ziel des Projekts Inno-Dämmsystem war die Entwicklung eines umweltschonenden Dämmsystems für industrielle Gebäude, das sowohl eine erhöhte Flammwidrigkeit, Wärme- und Schall-Isolation als auch eine optimierte Energie- und Ressourceneffizienz aufweist.

Das IVW war hierbei für die Entwicklung innovativer Harzmischungen für solche Wärme-, Lärm- und Brand-(WLB) Schutzsysteme verantwortlich. Als Werkstoffe

für den WLB-Schutz sollten Platten aus faserverstärkten Kompositen und reaktiven Mischungen von Mörtel, Spachtelmassen und Beschichtungen realisiert werden.

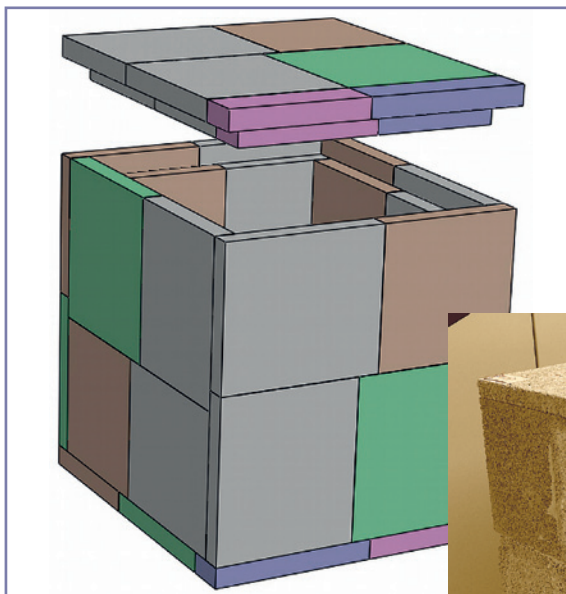
Die Basis für die neuen Dämmsysteme waren sogenannte 3P-Harze (aus Polyisocyanat, Polysilikat und Phosphat), am IVW entwickelte phosphatfreie Hybride mit MF-Harz (sog. 2P-Harze) sowie kostengünstige Wasserglas-Matrizen in Kombination mit hochdämmenden Blähgläsern bzw. Schaumgranulaten.

Die entwickelten Systeme weisen gute thermische, mechanische und WLB-Schutzeigenschaften auf. Das beste System wurde in Form einer WLB-Schutzkiste als Prototyp am IVW gefertigt.

Am IVW wurde ein umweltschonendes Wärme-, Lärm- und Brand-(WLB) Dämmsystem für industrielle Gebäude erfolgreich entwickelt. Der Projektpartner bereitet die Markteinführung von zwei konkurrenzfähigen WLB-Dämmschutzprodukten vor.

Konstruktion und schematische Darstellung einer WLB-Schutzkiste

Construction and design of an HNF-insulating box

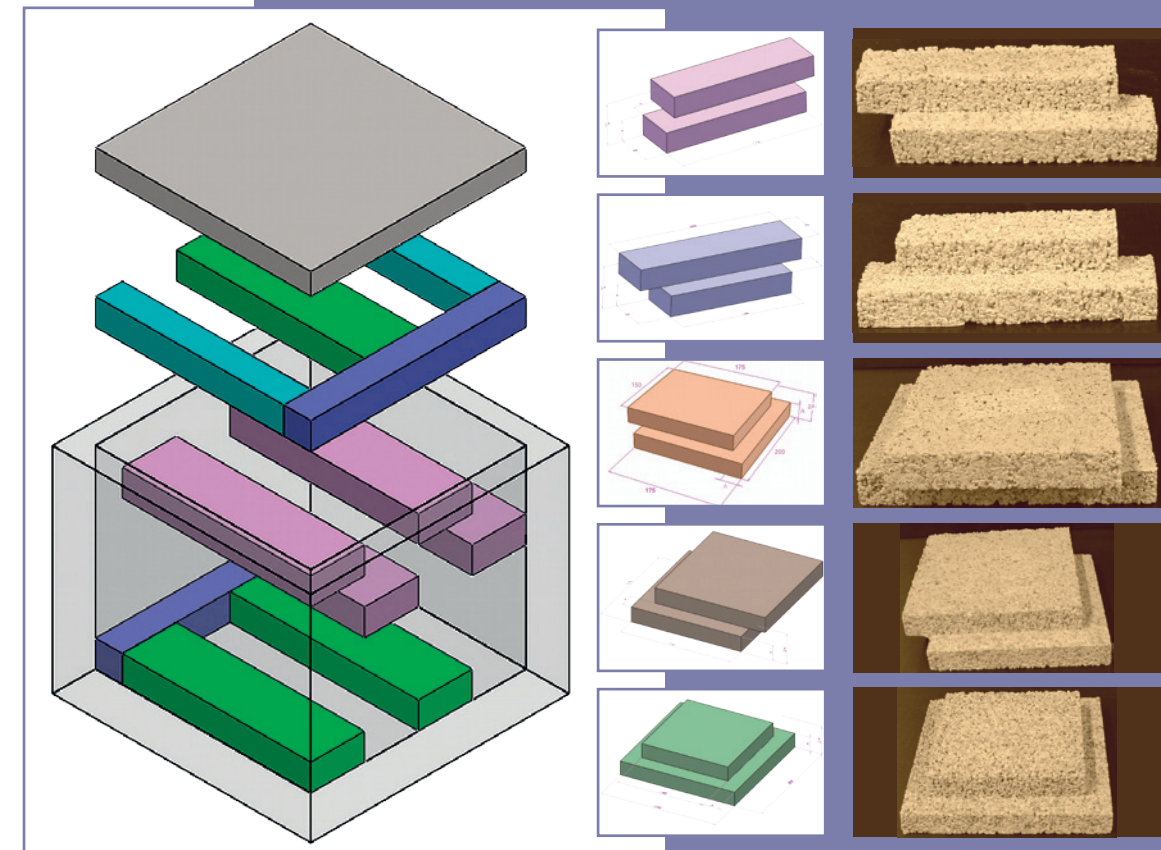


Projektpartner / Partner:  
Autosafe Umwelttechnik AG  
(ASAG Umwelttechnik)

Das Projekt Inno-Dämmsystem – Energiesparende innovative Beschichtungen mit verbesserten Wärme-/Kälte-, Lärm- und Brandschutz-Eigenschaften wurde im Rahmen des „Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand“ (ZIM) von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) aus Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert, Förderkennzeichen: KF2088311VT9.

Entwickelte Pressform und entsprechende Geometrien von Baublöcken für Wärme-, Lärm- und Brand (WLB)-Schutzkisten

Developed press mold and respective geometries of buildings blocks for heat, noise and fire (HNF) insulating box



The goal of the Inno-Dämmsystem project was to develop an environmentally friendly insulating system for industrial buildings with enhanced flame resistance, heat and noise insulation, as well as energy and resource efficiency.

IVW was responsible for developing innovative resin formulations for such heat, noise and fire (HNF) protective systems. Materials for HNF-insulation were to be realized via panels made of fiber reinforced composites and reactive mixtures of mortars, filler compounds and coatings.

Basis for such insulation systems were so-called 3P resins (polyisocyanate, polysilicate, phosphate), phosphate-free hybrids

with MF resin (so-called 2P resins) developed at the IVW as well as low-cost water glass matrices in combination with highly insulating expanded glasses respectively foamed granulates.

The developed systems showed good thermal, mechanical, and HNF-insulating properties. The best system was prepared by IVW in the form of an HNF-insulating box as a prototype.

An environmentally friendly heat, noise and fire (HNF) insulation system for industrial buildings has been successfully developed at the IVW. The project partner will be introducing two competitive HNF-insulating products to the market.

Energy



## InStrukt



Dennis Maurer  
dennis.maurer@ivw.uni-kl.de

Aerospace

Ziel dieses Projektes ist es, automatisierte Prozesse zum Fügen von Faser-Kunststoff-Verbund(FKV)-Bauteilen einzuführen, um damit einen reduzierten Montageaufwand und einen Kostenvorteil zu erreichen. Das Projekt InStrukt Auto Assembly wird im Unterauftrag für die Eurocopter Deutschland GmbH im Rahmen eines zivilen Luftfahrtforschungsprogramms bearbeitet.

Einen erfolgversprechenden Ansatz stellt hierfür das robotergestützte Kleben dar. Dabei sollen die Oberflächenvorbehandlung der FKV-Bauteile, der Klebstoffauftrag

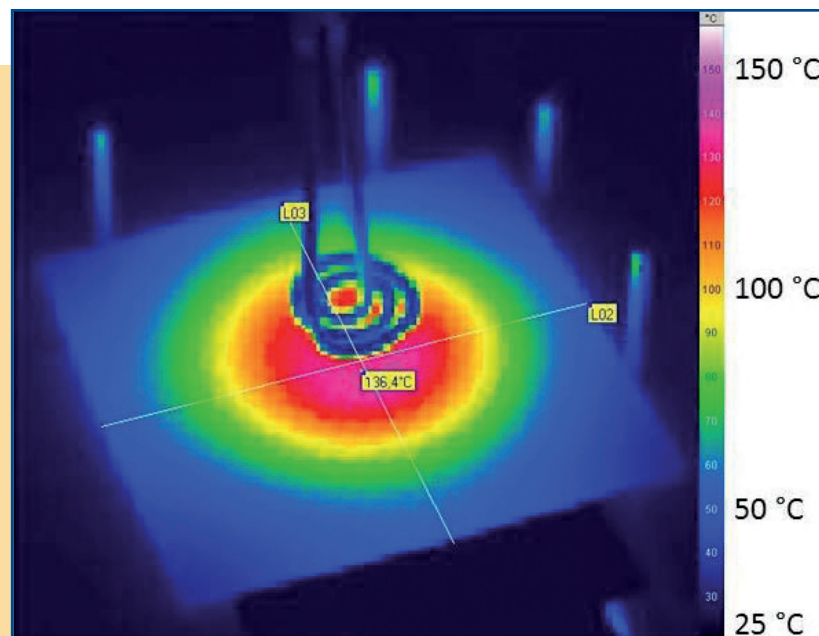
sowie die anschließende Schnellaushärtung durch Induktionserwärmung des Klebstoffes zum Einsatz kommen.

Für jeden der drei Prozessschritte wird ein Funktionskopf als weitgehend autarkes System ausgeführt und getestet. Die Oberflächenvorbehandlung wird durch eine automatisierte Plasmareinigung realisiert. Die schnelle, punktuelle Aushärtung des epoxy-basierten Klebstoffes erfolgt mittels punktförmiger, induktiver Erwärmung der carbonfaserverstärkten Kunststoff(CFK)-Substrate durch den entsprechenden Funktionskopf. Alle Köpfe ermöglichen die Aufzeichnung der relevanten Prozess-Qualitätsparameter und somit eine Optimierung des Gesamtprozesses.

Neu entwickelte Funktionsköpfe zur Vorreinigung sowie zum Auftrag und zur Schnellaushärtung des Klebstoffes beschleunigen die Montage von CFK-Strukturkomponenten und leisten einen Beitrag zum automatisierten kostengünstigen Fügen von FKV-Bauteilen.

Temperaturverteilung beim induktiven Erwärmen einer Faser-Kunststoff-Verbund (FKV)-Platte

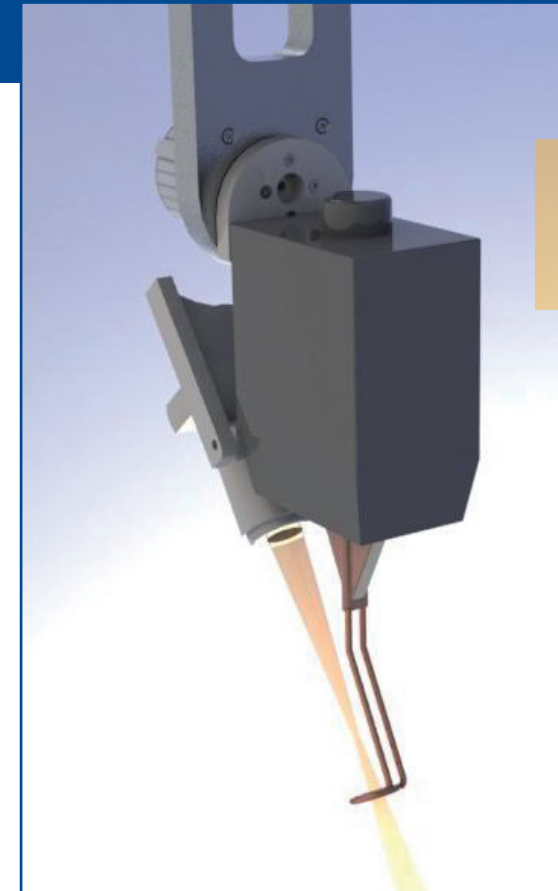
Temperature distribution during inductive heating of a fiber reinforced polymer composite (FRPC)-plate



Projektpartner / Partner:  
Eurocopter Deutschland GmbH

Unterauftrag für die Eurocopter Deutschland GmbH im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms LuFo IV-3. Fördermittelgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), FKZ20W0908.

# PROJECTS



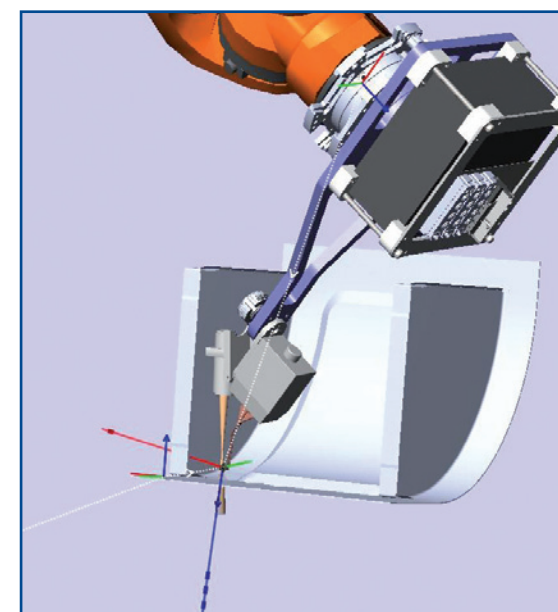
Funktionskopf für die schnelle Aushärtung des Klebstoffs  
Robot head for fast curing of the adhesive

Target of this project is the launch of automated processes for joining fiber reinforced polymer composite (FRPC) components to achieve a cost benefit due to reduced assembly time. The project InStrukt Auto Assembly is a subcontracted work for Eurocopter Deutschland GmbH within the frame of the aeronautical research program LuFo IV project.

A promising approach is the robot based adhesive application. Therefore, a surface pre-treatment of the FRPC components, an adhesive application, and an adjacent fast curing by induction heating of the adhesion are used.

For each of the three process steps a robot head with an extensively self-sufficient system will be designed and tested. The surface pre-treatment is to be realized by using automatic plasma cleaning. The fast curing of the epoxy based adhesive takes place by spot induction heating of the carbon FRPC substrate using the corresponding robot head. All heads permit the recording of the relevant process quality parameters and enable the optimization of the entire process.

Newly developed robot heads for plasma cleaning, application and fast spot curing of the adhesive accelerate the assembling of carbon FRPC and contribute to an automated low-cost assembly of FRPC.



Zugänglichkeitsuntersuchung des Funktionskopfes  
(Quelle: Eurocopter)

Accessibility study of the heating head (Source: Eurocopter)

Subcontracted work for Eurocopter Germany GmbH as a part of the aviation research program LuFo IV-3. Funding authority: Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi), FKZ20W0908.



## LightGRIP



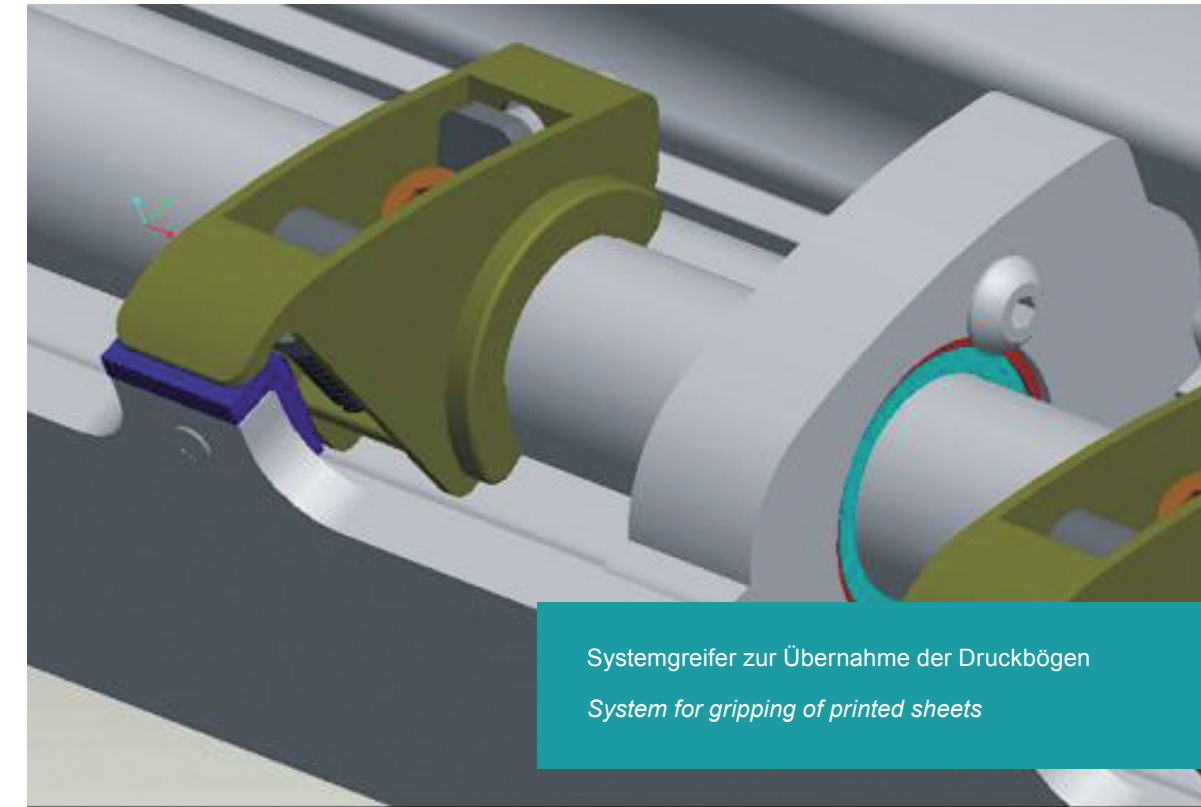
Henrik Schmidt

Bogendruckmaschinen sind hochproduktive Anlagen, die Verpackungen und Printprodukte wie Broschüren, Plakate oder Kataloge bedrucken. Komponenten aus leistungsfähigeren Materialien, hergestellt mit optimierten Verfahren sollen zukünftig dafür sorgen, dass sie noch schneller drucken.

In solchen Maschinen werden die Druckbogen von einem Bogenanleger über den Druckwerken zu einem Bogenausleger transportiert und auf einem Stapel abgelegt. Das Auslegergreifersystem ist hierbei für die Übernahme der bedruckten Bögen vom letzten Druckwerk und den nachfolgenden Transport zum Ablagestapel verantwortlich. Ziel des Projekts LightGRIP ist die Entwicklung von funktionsintegrierten Faser-Kunststoff-Verbund(FKV)-Komponenten für ein solches Auslegergreifersystem.

Zuerst wurden FKV-Bauweisen für ein Standard-Auslegergreifersystem erarbeitet, Prototypen gefertigt und auf Prüfständen außerhalb der Druckmaschine getestet. Anschließend wurde eine faserverbundgerechte Bauweise eines XXL-Auslegergreifersystems entwickelt und dazugehörige FE-Analysen durchgeführt. Im weiteren Projektverlauf werden einzelne Komponenten in der Maschinenumgebung hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit untersucht. Das Gesamtsystem wurde zudem bereits auf einem Dauerfestigkeitsprüfstand getestet.

Mit neuen Materialien wie kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) und neuen Verfahren kann eine Steigerung der Druckgeschwindigkeit bei gleichbleibend hoher Druckqualität erreicht werden. Zudem sind Energieeinsparungen durch den Einsatz von FKV-Werkstoffen möglich.



Systemgreifer zur Übernahme der Druckbögen  
System for gripping of printed sheets

Projektpartner / Partners:  
manroland AG  
Jacob Plastics GmbH  
CrossLink Faserverbundtechnik GmbH  
Digalog Industrie-Mikroelektronik GmbH



Bogendruckmaschine  
Sheet fed printing machine

Das LightGRIP-Projekt wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen von „WING – Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft“ gefördert (Förderkennzeichen CFPL0307540).

Sheet fed printing machines are highly productive in manufacturing printed packaging and print products such as catalogs, brochures and posters. High performance materials and improved processes are to provide the foundation for them to become even faster.

In machines like these, the sheets are transported from the feeder over the printer to the grip system which stacks them. The objective of the project LightGRIP is the development of functionally integrated fiber reinforced polymer (FRP) components for such a grip system.

Primarily, FRP designs for a standard grip system were developed, first prototypes manufactured and single components

tested in the printing machine. The entire system was tested on a special test rig. Furthermore, a FRP suitable design of an XXL grip system was generated and FE analyses were carried out. In the further course of the project the prototypes will be investigated within the printing machine with regard to their productivity.

By the application of new materials and processes, such as carbon fiber reinforced polymers (CFRP) further enhancement of the printing velocity with constant printing quality is feasible. Furthermore, by substitution of metal by FRP, energy savings during the printing process are possible.

Engineering

The LightGRIP project is funded by the Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) within the frame of “WING – Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft“ (project no. CFPL0307540).



NanoOrgano



Irene Hassinger  
irene.hassinger@ivw.uni-kl.de

Engineering

Im Projekt NanoOrgano werden dra- pierfähige Halbzeuge mit verbesserten mechanischen Eigenschaften für faser- verstärkte thermoplastische Bauteile her- gestellt. Eine Hybridgarnkomponente wird mit Nanopartikeln modifiziert, damit das Bauteil eine höhere Zähigkeit aufweist und sich damit für den Einsatz in ballistisch geforderten Bereichen qualifiziert.

Am IVW werden im Rahmen dieses Projektes Polyamid 6 Nanokomposite her- gestellt und charakterisiert. Eine mecha- nische Steigerung im Sinne von Steifigkeit und Zähigkeit über die Einarbeitung von Nanopartikeln bei gleichzeitiger Weiter- verarbeitbarkeit zu Garnen über einen Spinnprozess war Ziel der Arbeiten.

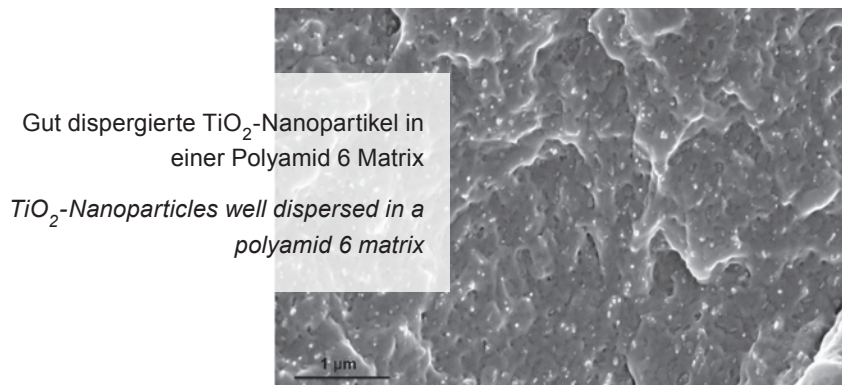
Erste Forschungsarbeiten haben gezeigt, dass bisher drei Extrusionsschritte benötigt werden, um eine gute Aufspaltung der Agglomerate zu erreichen: Einarbeitung, Dispergierung und Verdünnung. Im nächs-

ten Schritt sollten durch die Optimierung des Extrusionsprozesses und der Zugabe geringer Partikelmengen über einen Mikro- dosierer genügend dispergierte Nanokom- posite über eine einmalige Extrusion her- gestellt werden.

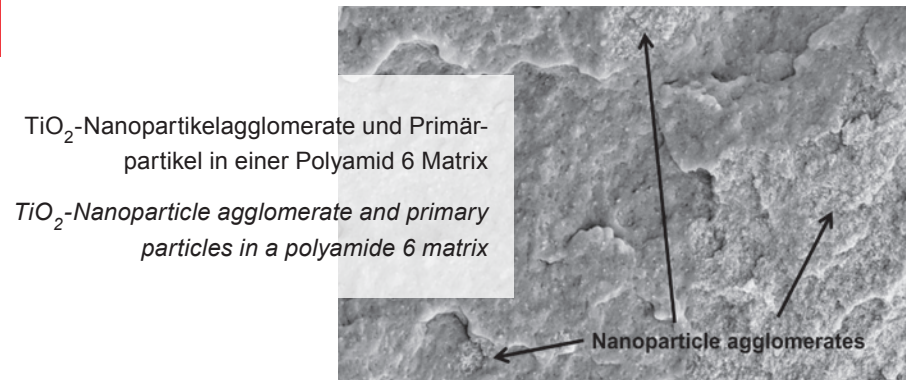
Hierbei wurde Polyamid 6 mit 0,5 Vol.-%  $TiO_2$  Nanopartikeln kompondiert. REM Aufnahmen zeigen, dass über die Mehr- fachextrusion mit anschließender Ver- dünnung 77 % der Agglomerate kleiner als  $1 \mu m$  zerkleinert worden sind. Über optimierte Einfachextrusion konnten nur 60 % dispergiert werden. Insgesamt konn- te über diesen Weg die ballistische Per- formance der Bauteile verbessert werden.

Am IVW wurden faserverstärkte thermo- plastische Bauteile mit verbesserten mechanischen Eigenschaften aus nanomo- difizierten Hybridgarnen für Anwendungen im Personenschutz hergestellt.

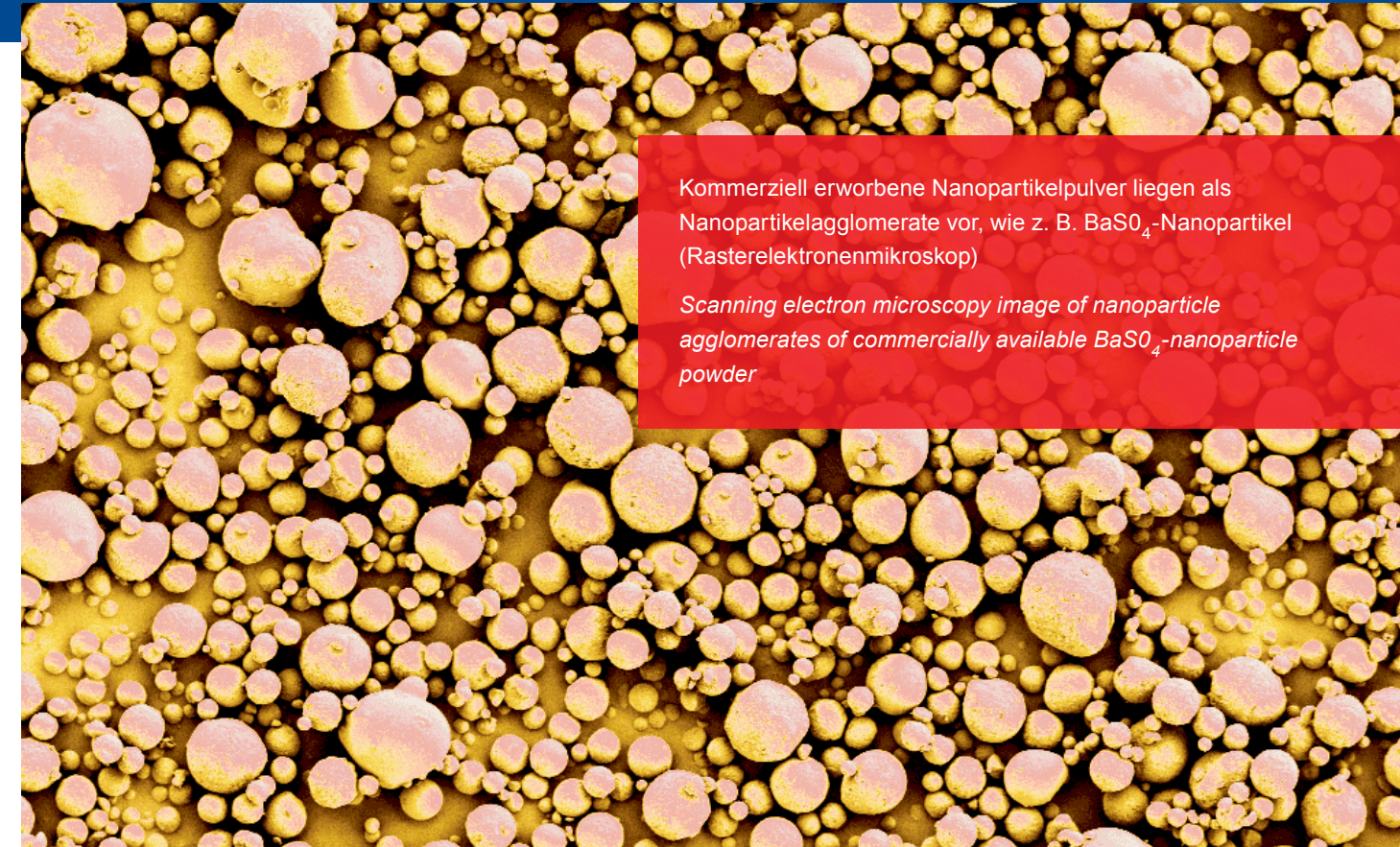
Projektpartner / Partners:  
Sachtleben Chemie GmbH,  
Institut für Textiltechnik,  
Teijin Aramid GmbH,  
SAERTEX GmbH & Co. KG,  
Invent GmbH,  
Mehler Vario System GmbH



Gut dispergierte  $TiO_2$ -Nanopartikel in einer Polyamid 6 Matrix  
 $TiO_2$ -Nanoparticles well dispersed in a polyamid 6 matrix



$TiO_2$ -Nanopartikelagglomerate und Primär- partikel in einer Polyamid 6 Matrix  
 $TiO_2$ -Nanoparticle agglomerate and primary particles in a polyamide 6 matrix



Kommerziell erworbene Nanopartikelpulver liegen als Nanopartikelagglomerate vor, wie z. B.  $BaSO_4$ -Nanopartikel (Rasterelektronenmikroskop)

Scanning electron microscopy image of nanoparticle agglomerates of commercially available  $BaSO_4$ -nanoparticle powder

In the project NanoOrgano drapable semi-finished products with improved mechanical properties are manufactured for fiber reinforced thermoplastic components. The hybrid yarn is modified with nanoparticles, so that the component has a higher toughness and is thereby qualified for use in demanding ballistic applications.

IVW manufactures the nano-reinforced polyamide 6 and characterizes the nano-composites. The goal of the work was to improve the mechanical properties with respect to stiffness and toughness via the incorporation of nanoparticles as well as processability via yarn spinning.

First research activities have shown that three extrusion steps are necessary to get a good degree of deagglomeration: incorporation, dispersion, and dilution. In the next step an optimization of the single

extrusion process via the incorporation of small amounts of particles using a micro feeder should lead to a more efficient dispersed nanocomposite.

Therefore, polyamide 6 was compounded with 0.5 vol%  $TiO_2$ -nanoparticles. Electron microscopy images show that multiple extrusion and dilution lead to a degree of deagglomeration of 77%; optimized single extrusion can only lead to a dispersion quality of 60% with agglomerates smaller than  $1 \mu m$ . In total via these process steps the ballistical performance of the respective construction parts can be improved.

At the IVW fiber reinforced thermoplastic components with improved mechanical properties, made of nanomodified yarns, were manufactured for applications in personal security.

The project "NanoOrgano – Drapable semi-finished products from nanomodified hybrid yarns for producing fiber reinforced thermoplastic devices" was funded within the WING programme of the BMBF.



## NATEX

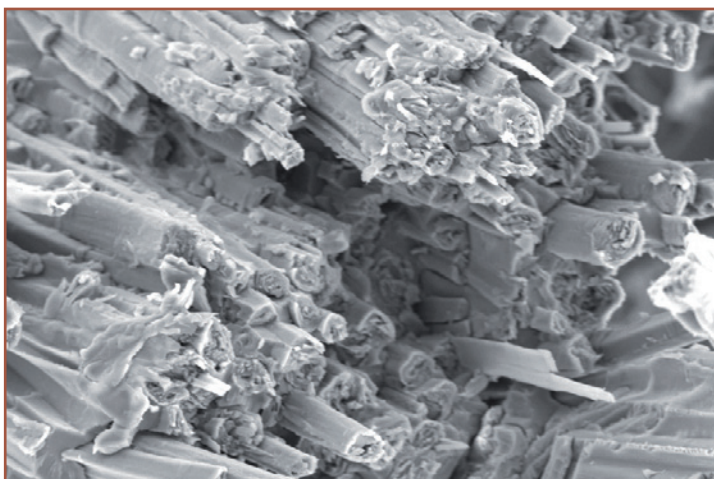


Thomas Pohl  
thomas.pohl@ivw.uni-kl.de

Engineering

Eine nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Polymeren und Verbundwerkstoffen ist die Verwendung von Bio-Verbundwerkstoffen, die aus natürlichen Fasern und bio-basierten Polymeren hergestellt werden. Heute können die meisten naturfaserverstärkten Polymer-Matrix-Verbundwerkstoffe nicht in strukturellen Anwendungen eingesetzt werden. Im europäischen Projekt NATEX arbeiten 17 Partner gemeinsam an der Entwicklung und Herstellung gerichteter naturfaserverstärkter Gewebe, die sich als Verbundwerkstoffe für Strukturbauteile eignen.

Das IVW entwickelt hierfür die Prozesse zur Verarbeitung der neuartigen Naturfaserverbunde mit duroplastischer und thermoplastischer Matrix. Es wurden bereits über ein isochores Pressverfahren Flachs-Furanharz-Verbundplatten mit sehr geringer Porosität hergestellt. Diese bio-basierten Verbunde zeigen bezüglich



Flachsfasern in PLA-Matrix  
Flax fibers in PLA-matrix

des Brennverhaltens eine hervorragende Flammenschutzwidrigkeit, die als nicht brennbar gekennzeichnet werden kann.

Beispielhaft für Naturfaserverbundwerkstoffe mit thermoplastischer Matrix wurden Organobleche und Profile aus Flachshybridtextilien hergestellt. Die entwickelten Flachshybridtextilien bestehen aus Flachsfasern, die in verschiedenen Varianten mit Polypropylenfasern (PP), Polyesterfasern (PET) oder Polylactidfasern (PLA) gemischt sind. Organobleche mit PP-Matrix und PET-Matrix wurden im Thermo-Umformprozess mittels Infrarotheizung und Kaltpresstechnik zu Kofferhalbschalen verarbeitet. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass eine direkte Verarbeitung der Flachshybridtextilien mit PLA als Biopolymermatrix zu kontinuierlichen Profilen mit guter Qualität möglich ist.

Im weiteren Projektverlauf werden bio-basierte Organobleche zur Herstellung von Pressbauteilen und Tiefziehbauteilen verwendet, wobei die angestrebten Komponenten aus den Bereichen Energiesysteme und Landwirtschaft entstammen. Der Fortschritt des Projektes ist durch die Darstellung der gesamten Prozesskette gekennzeichnet und verdeutlicht das Potential von Bio-Verbundwerkstoffen.

Partner / Partners:

Aalto University School of Science and Technology (FIN), Abensi Energía S.L. (ESP), Agco S.A. (FR), Asfibe S.A. (ESP), Asociación de Materiales Plásticos y Conexas (ESP), Chemowerk GmbH (GER), EKOTEX (PL), European Plastic Converters Association (B), Formax UK Ltd. (GB), HemCore Ltd. (GB), Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants (PL), John L. Brierley Ltd. (GB), Netcomposites Ltd. (GB), Piel S.A. (ESP), Technical University of Denmark (DK), TransFurans Chemicals (B)

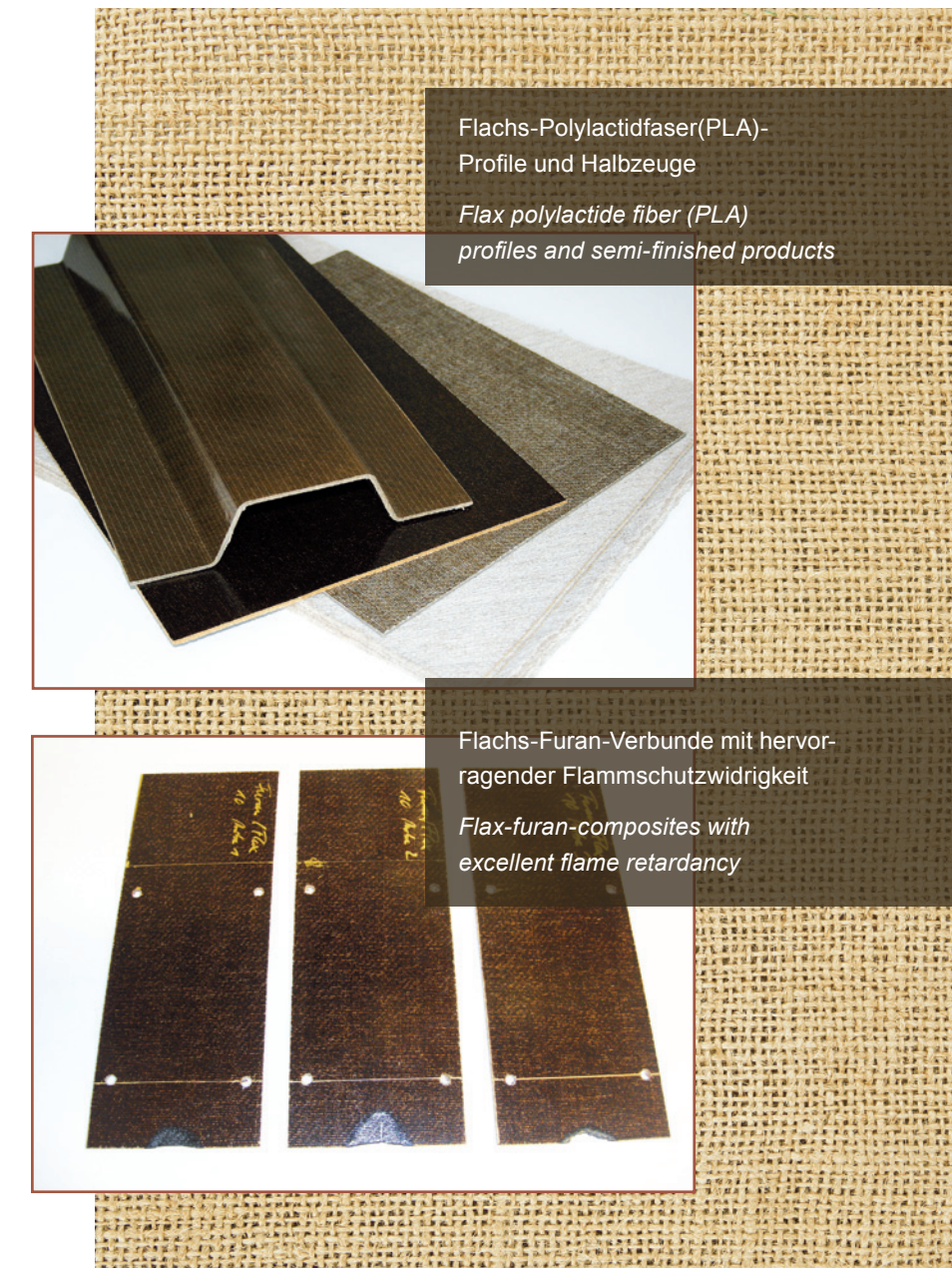
*One sustainable alternative to traditional polymers and composites is the use of biocomposites which are produced from natural fibers and bio-derived polymers. Today, most polymer matrix composites using natural fibers as reinforcement are being used in nonstructural applications, due to several limitations. In the European NATEX project 17 partners aim to develop aligned textiles from natural fibers that are suitable for use as high-strength reinforcing fabrics.*

*The IVW develops the processes for manufacturing the novel natural fiber composites with thermoset and thermoplastic matrix. Using an isochoric compression molding technique flax-furan-composites with very low porosity have been produced. In regard to their burning behavior these bio-based composites show an excellent flame retardancy, which can be defined as non-combustible.*

*Organic sheets and profiles of flax hybrid textiles were manufactured as an example for natural fiber reinforced composites with thermoplastic matrix. The developed flax hybrid textiles consist of flax fibers with different variations of polypropylene fibers (PP), polyester fibers (PET), or polylactide fibers (PLA). Organic sheets with PP matrix and PET matrix were processed to suitcase shells in the thermoforming process using infrared heating and cold press technology. In addition it was shown that direct processing of flax hybrid textiles with PLA as biopolymer matrix to continuous profiles with good quality is possible.*

*In the next project steps bio-based organic sheets will be applied for manufacturing compression molded and deep drawing components which originate from*

*the industry fields energy systems and agricultural machinery. The progress of the project is characterized by the description of the complete process chain and illustrates the potential of bio-composites.*



Flachs-Polylactidfaser(PLA)-  
Profile und Halbzeuge  
Flax polylactide fiber (PLA)  
profiles and semi-finished products

Flachs-Furan-Verbunde mit hervor-  
ragender Flammenschutzwidrigkeit  
Flax-furan-composites with  
excellent flame retardancy

*The project "NATEX – Natural Aligned Fibres and Textiles for Use in Structural Composite Applications" is funded by the European 7th Framework Programme, Theme NMP2007.*



## NL-LDA



Michael Magin  
michael.magin@ivw.uni-kl.de

Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) werden zunehmend in schwingend belasteten Bauteilen eingesetzt. Zur vollen Nutzung des Werkstoffpotenzials von FKV in diesem Bereich sind jedoch geeignete Berechnungsmethoden erforderlich, mit deren Hilfe sich eine verlässliche Lebensdauer prognostizieren lässt.

Bestehende Methoden zur rechnerischen Lebensdaueranalyse von FKV-Strukturen sind erst in Ansätzen und meist unter Annahme von linear-elastischem Werkstoffverhalten entwickelt. Eine Aussage über das zu erwartende komplexe Versagensverhalten von FKV unter schwingender Belastung ist nur unter Einbeziehung geeigneter Werkstoffgesetze und Versagensmodelle möglich.

Im Forschungsprojekt NL-LDA (nichtlineare Lebensdaueranalyse) werden am IVW für zwei typische FKV-Werkstoffe

die nichtlinearen Werkstoffgesetze experimentell ermittelt und damit das statische und zyklische Verhalten des Werkstoffs unter Belastung beschrieben. Mathematische Formulierungen dieser Werkstoffgesetze werden dann zusammen mit geeigneten Versagenskriterien und Iterationsalgorithmen in ein vorhandenes Lebensdaueranalyseprogramm implementiert. Die realitätsnahe Berechnung komplexer Bauteile ist durch eine gekoppelte Finite-Elemente-Struktur- und Lebensdaueranalyse möglich. Durch eine experimentelle Verifikation wurde die Einsatzfähigkeit des Verfahrens gezeigt.

Eine Lebensdauerprognose für schwingend belasteten FKV lässt sich mit Hilfe experimentell ermittelter nichtlinearer Werkstoffgesetze und mathematischer Modelle formulieren.

Fiberreinforced polymers (FRP) are being used more and more often in structures which are exposed to cyclic fatigue. The high potential of FRP materials can only be deployed if adequate computational procedures are feasible with which their fatigue life can be predicted.

Existing methods for the numerical fatigue life prediction of FRP structures are in a development stage and usually assume linear-elastic material laws. The complex failure mechanisms of FRP under cyclic fatigue can only be described by employing adapted material laws and failure models.

In the NL-LDA project the nonlinear material laws of two typical FRP materials are determined experimentally and their static and fatigue behavior is described. Mathematical formulations of the material laws together with adequate failure criteria and

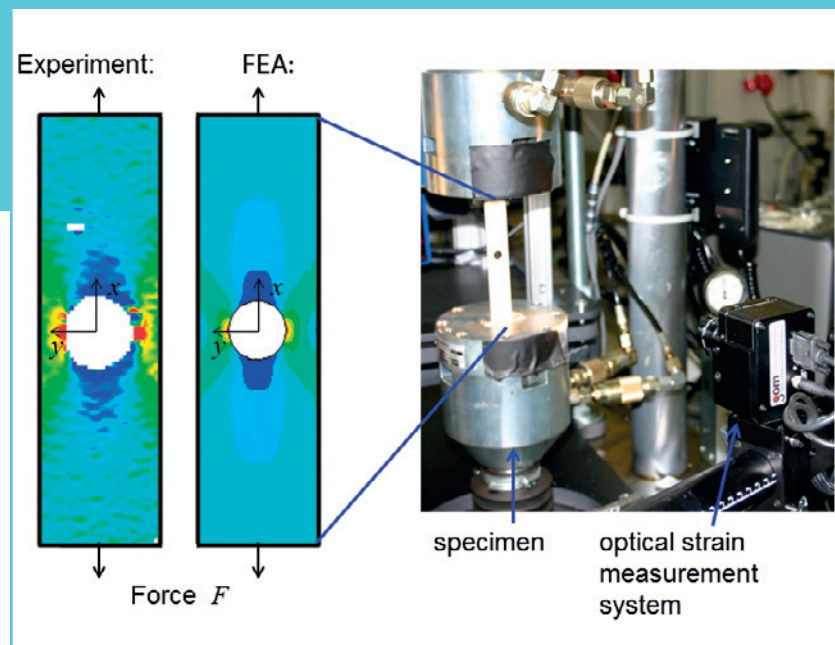
iteration algorithms have then been implemented into an existing fatigue life prediction computer code. A realistic fatigue life prediction of complex FRP parts is possible by coupling the structural analysis (FEA) and the fatigue life analysis. An experimental validation confirmed the usability of the approach.

The fatigue life prognosis of FRP structures exposed to cyclic fatigue is viable by using a combination of experimentally determined material data and mathematical models.

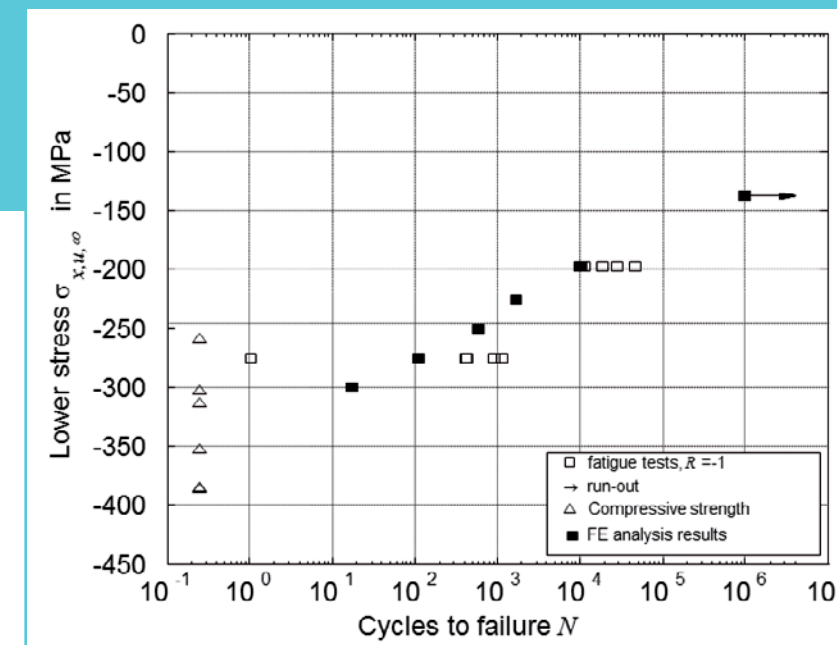
Engineering

Optische Ermittlung der Dehnungsverteilung einer FKV-Probe mit offener Bohrung unter einachsiger, quasi-statischer Zugbelastung  $F$

Optical determination of strain distribution of an FRP open-hole tension specimen subjected to uniaxial quasi-static tension loading  $F$



Das Forschungsprojekt „Lebensdaueranalyse dünnwandiger FKV-Strukturen unter Berücksichtigung der werkstofflichen Nichtlinearität“ wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (Förderkennzeichen HI 700/11-2 und 11-3) gefördert.



Finite-Elemente-Lebensdaueranalyse einer gelochten FKV-Probe  
Finite element based fatigue life prediction of an open-hole FRP specimen

The research project is funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (German Research Foundation; project no. HI 700/11-2 and 11-3).



OPTIMESS



Jörg Blaurock  
joerg.blaurock@ivw.uni-kl.de

Engineering

Projektpartner / Partner:  
Steinbichler Optotechnik GmbH

Der Prototyp im Einsatz  
The prototype in use

Optische Messverfahren werden immer häufiger in der Material- und Bauteilprüfung eingesetzt. Gegenüber herkömmlichen Untersuchungsmethoden haben sie den Vorteil, dass sie Verformungen berührungsfrei messen. So wird auch beim Verfahren der Grauwertkorrelation mit Hilfe einer oder mehrerer Hochleistungskameras die Veränderung eines Musters während der Probenbelastung aufgenommen.

Mit der gängigen Methode werden aber überwiegend irrelevante Bereiche der Probe beobachtet. Im Projekt OPTIMESS wird für eine effektivere Beobachtung von Proben unter dynamischer Belastung die Strahlengangführung auf die relevanten Bereiche ausgerichtet und eine darauf abgestimmte Software zur Analyse der Verformungen entwickelt.

Um eine zielgerichtete Strahlengangführung zu erreichen, war – neben dem Design

spezieller Software durch den Projektpartner – die Entwicklung eines Trägersystems notwendig. Dieses Trägersystem konnte durch die Verwendung gewickelter carbonfaserverstärkter Kunststoff(CFK)-Rohre als Leichtbau realisiert werden. Fast alle Komponenten konnten hausintern gefertigt werden, ob Stellschrauben mit Feingewinde oder Trägerrohre größerer Länge mit einer Vielzahl von Durchbrüchen. Dies erleichtert die Weiterentwicklung zu einem Multi-2D-System erheblich.

Ziel des Projektes ist es, das Blickfeld einer Kamera zu teilen und auf die relevanten Probenbereiche zu lenken. Dies führt zu einer höheren Messgenauigkeit und zur Einsparung einer oder mehrerer teurer Hochgeschwindigkeitskameras.



OPTIMESS (Innovatives ressourceneffizientes optisches Messverfahren mit integrierter Verformungsanalyse für Werkstoffuntersuchungen), gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages (Fkz KF2088304SU9).

PROJECTS

Optical measurement techniques are being increasingly used in material and component analysis. Compared with conventional methods they have the advantage of measuring deformations without contacting the samples. The gray-level correlation method also uses one or more high performance cameras to film the change of a pattern on the surface of the specimen during sample loading.

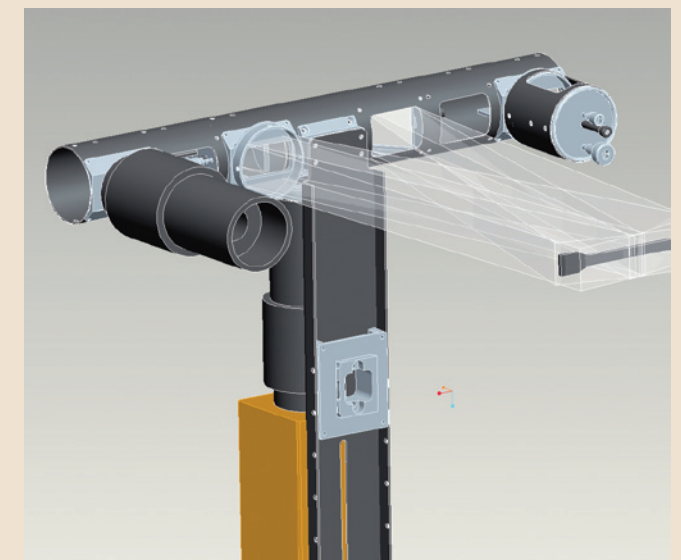
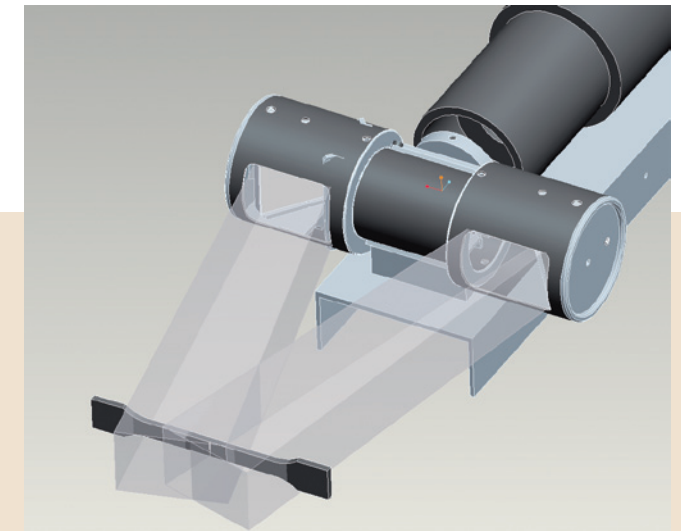
But, mostly irrelevant regions of the sample are observed with the current method. In the project OPTIMESS a more effective observation of samples under dynamic loading is to be achieved by guiding the optical beam directly to the relevant areas and developing a complementary software for the analysis of the deformation.

In order to achieve a target-oriented guidance of the optical path a system had to be developed, apart from the design of specialized software by the project partner, which carries a splitter, mirrors, and lenses, if applicable. Using filament-wound CFRP tubes this carrier system could be built as a lightweight construction. Almost all components could be manufactured by the institute's workshop, whether adjusting screws with fine pitch thread or long carrier tubes with a multiplicity of apertures. This fosters the on-going development to a multi-2D-system notably.

The project's objective includes the splitting of the field of vision of one camera and deflecting various parts of the field to different relevant areas on the specimen. This leads to a higher precision of measurement and the economization of one or more expensive high speed cameras.

OPTIMESS (Innovative resource-efficient optical measurement system with integrated displacement analysis for material analysis), funded by the Federal Ministry of Economics and Technology according to a resolution of the German Bundestag (Id KF2088304SU9).

Der Prototyp als CAD-Modell  
The prototype as CAD-model



Der Prototyp als CAD-Modell und als Baukastensystem  
The prototype as CAD-model and as modular system

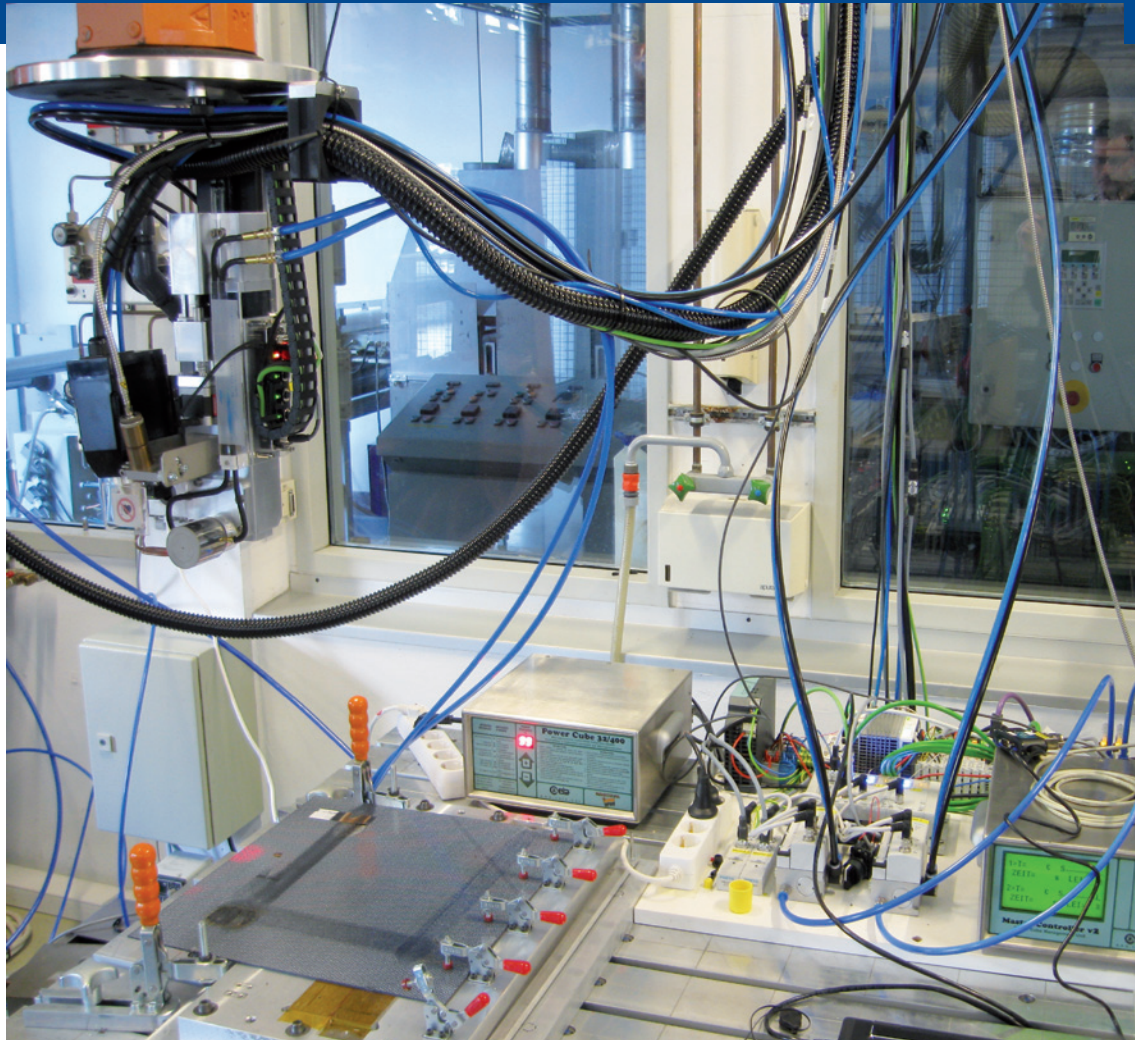


Presto



Lars Moser

Induktionsschweißanlage  
Induction welding unit



Traditionelle Fügeverfahren, die vorwiegend zum Verbinden von Metallen entwickelt wurden, sind für neue kunststoffbasierte Werkstoffe oft nur bedingt geeignet. Für den Luftfahrzeugbau sind thermoplastische Faser-Kunststoff-Verbunde besonders interessant, sie müssen aber aufgrund der komplexen Geometrien oftmals in mehreren Substrukturen gefertigt und anschließend gefügt werden. Die Induktionsschweißtechnologie bietet einen guten Ansatz zum effektiven Fügen solcher Werkstoffe.

Im Projekt PRESTO entwickelt das IVW gemeinsam mit der Eurocopter Deutschland GmbH das Induktionsschweißen zum automatisierten Fügen von Faser-verbundstrukturen in hohen Stückzahlen weiter. Es wurde ein Roboterschweißkopf

realisiert, der hohe Flexibilität hinsichtlich der schweißbaren Geometrien aufweist und das Fügen von Hochleistungsthermoplasten sowie eine durchgängige Qualitätskontrolle ermöglicht. Die hierbei eingesetzte Induktionstechnologie erzeugt ein elektromagnetisches Wechselfeld, mit dem eine lokal begrenzte Erwärmung berührungslos erreicht wird. In der letzten Projektphase steht die Prozessentwicklung im Fokus der Arbeiten.

Das am IVW entwickelte robotergestützte Induktionsschweißen erlaubt die Herstellung von thermoplastischen Faser-Kunststoff-Verbundstrukturen in hohen Stückzahlen.

Traditional joining techniques, which have mainly been developed for joining metals, are often not fully applicable for joining new polymer based materials and components. For applications in aerospace, thermoplastic polymer composites are of increasing importance, but due to complex geometries components often have to be manufactured in several substructures and joined afterwards.

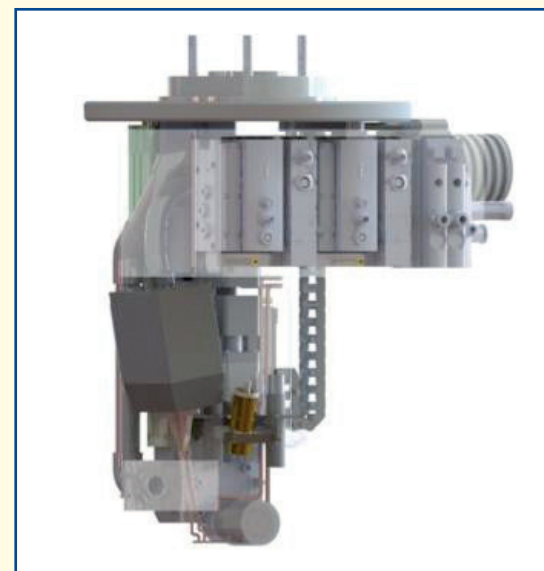
In the PRESTO project the IVW, in collaboration with Eurocopter Deutschland GmbH, is developing a robotic welding head for automated welding of composite structures with high production output. It features high flexibility in terms of weldable geometries and enables joining of high performance

thermoplastic materials and integrated quality control. The induction technology generates an alternating electromagnetic field which provides contact free and localized heating. The last project phase focuses on process development.

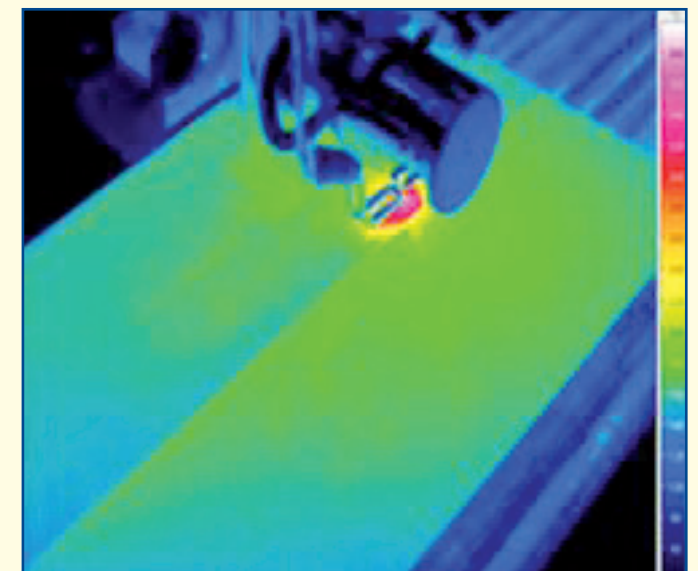
Induction welding enables robotic manufacturing of thermoplastic fiber reinforced structures with high output.

Aerospace

Induktionsschweißkopf  
Robotic induction welding head



Thermografieaufnahme des Schweißprozesses von CF/PPS  
Thermal image of CF/PPS welding process



The PRESTO project was sponsored by the German Federal Ministry of Economics and Technology.



## ProKomfort



Matthias Bendler  
matthias.bendler@ivw.uni-kl.de



VCLS-Sattelstütze von Canyon Bicycles GmbH (Quelle: Canyon)

VCLS – short for Vertical Comfort Lateral Stiffness – seat post from Canyon Bicycles GmbH (Courtesy: Canyon)

Sports and Recreation

Der Komfort bei Rennrädern hat sich in den letzten Jahren zu einem wichtigen Thema in der Rennradbranche entwickelt. Besonders Fachzeitschriften begrüßen die neue Richtung und bewerten Räder mit verbessertem Komfort überaus positiv.

Um möglichst gute Fahreigenschaften zu erreichen, sollte ein Rennrad eine möglichst hohe Seitensteifigkeit aufweisen, da dies ein hohes Maß an Fahrstabilität und Energieumsetzung gewährleistet. Notgedrungen führt eine hohe Seitensteifigkeit aber auch zu einer hohen Steifigkeit in der Vertikalrichtung, was mit deutlichen Einschränkungen des Fahrkomforts verbunden ist. Jedoch ist bei der Komfortbewertung zu beachten, dass sich in dieser Eigenschaft bislang hauptsächlich subjektive Fahreindrücke widerspiegeln, da quantitative Messmethoden nicht verfügbar waren.

Im Rahmen des Kooperationsprojekts ProKomfort wurde eine Methodik zur quantitativen Beschreibung der Schwingungs- und Komfortbewegung im Fahrradbereich entwickelt sowie eine Verbesserung der Komforteigenschaften durch multifunktionale Feder-Dämpfer-Systeme erreicht. Die verwendete Messstrecke spiegelt die wesentlichen Belastungen beim Rennradfahren wider. Mit der neuen Methodik zur Komfortbewertung und dem zugehörigen Messsystem können während des Fahrbetriebs auftretende Schwingungen ohne Beeinträchtigung des Fahrers erfasst werden. Die Auswertung der Messdaten kann direkt im Anschluss an die Messfahrt erfolgen und ist damit besonders praxistauglich.

Eine mit der hier vorgestellten Methodik entwickelte und getestete Hybrid-Sattelstütze wurde Ende des zweiten Quartals 2010 in allen höherwertigen Rennrädern und in ungefederten Mountainbikes von Canyon eingebaut.

*In recent years the riding comfort has emerged as an essential issue in the racing bike community. Trade magazines appreciate this novel approach and eagerly welcome products with enhanced comfort.*

*To realize good riding conditions a racing bike needs to offer a maximum lateral stiffness as this guarantees a high degree of energy conversion and stability at high speeds. Unfortunately, high lateral stiffness is correlated with high vertical stiffness resulting in a negative effect on the riding comfort. Nevertheless, the assessment of riding comfort mostly reflects subjective impressions due to the lack of quantitative measurement technologies.*

*Within the cooperative research project ProKomfort a methodology for quantifying racing bike vibrations and comfort was*

*developed and comfort improvement was achieved by introducing multifunctional spring/damper systems. The applied test run represented essential racing bike loading situations. Along with the newly developed vibration measurement and comfort assessment technology in-service vibrations can be recorded without disturbing the bike rider. The straight-forward data evaluation can be carried out right after the test run.*

*A seat post developed and tested with the methodology described here, was successfully mounted in all Canyon high-range racing bikes and mountain bikes without suspension.*

Projektpartner / Partner:  
Canyon Bicycles GmbH

Canyon Ultimate-CF-Rennrad mit eingebauter VCLS-Sattelstütze (Quelle: Canyon)

VCLS seat post mounted in Canyon Ultimate CF racing bike (Courtesy: Canyon)



*The project „ProKomfort – Komforterhöhung bei Rennrad-Chassis durch werkstoffliche Innovation und multifunktionale Bauweise“ (Comfort enhancement of racing bike chassis by material innovation and multifunctional design) was funded by the Federal Ministry for Economy and Technology (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) based on a resolution of the German Parliament.*



## Smart Structures



Moritz Hübler  
moritz.huebler@ivw.uni-kl.de

Faserverstärkte Verbundwerkstoffe ermöglichen es, auf einfache Weise Sensoren oder Aktuatoren in Bauteile und Strukturkomponenten zu integrieren. Die Strukturwerkstoffe werden dadurch zu aktiven Werkstoffen, sogenannten Smart Materials – im deutschsprachigen Raum auch als intelligente Materialien oder Werkstoffe bekannt.

Für viele Anwendungen ist es ausreichend, solche aktiven Strukturen mit einer bistabilen Schaltfunktion, z.B. auf/zu, zu versehen, die im geschalteten Zustand keine Energiezufuhr benötigt, sondern nur Energie für das Schalten an sich.

Solch eine bistabile Struktur lässt sich durch einen gezielt anisotrop unsymmetrischen Aufbau eines Carbon-Faser-Kunststoff(CFK)-Laminats relativ einfach realisieren. Hierin können nun Formgedächtnislegierungen als aktives Material

integriert werden, um eine intelligente Aktuatorstruktur zu erzeugen.

Hauptziel des Projektes Smart Structures ist die Charakterisierung dieser aktiven Strukturen, beginnend mit dem aktiven zu integrierenden Material über die Eigenschaften der aufnehmenden Struktur bis hin zum Verhalten der gesamten „Smart Structure“.

Durch den Vergleich der Messsignale mit einem neu entwickelten, anwendungsorientierten Finite Elemente Modell soll ein „Werkzeugkasten“ für die Auslegung zukünftiger Bauteile für komplexe Anwendungen mit diesen aktiven Verbundwerkstoffstrukturen geschaffen werden.

Durch zunehmende Funktionsintegration können große Einsparungen im Materialverbrauch, beim Bauraum und bei den Entwicklungskosten neuer Produkte erzielt werden.

*Fiber reinforced composite materials allow for easy integration of sensors or actuators into structural components which turns these structural materials into active or so-called smart materials.*

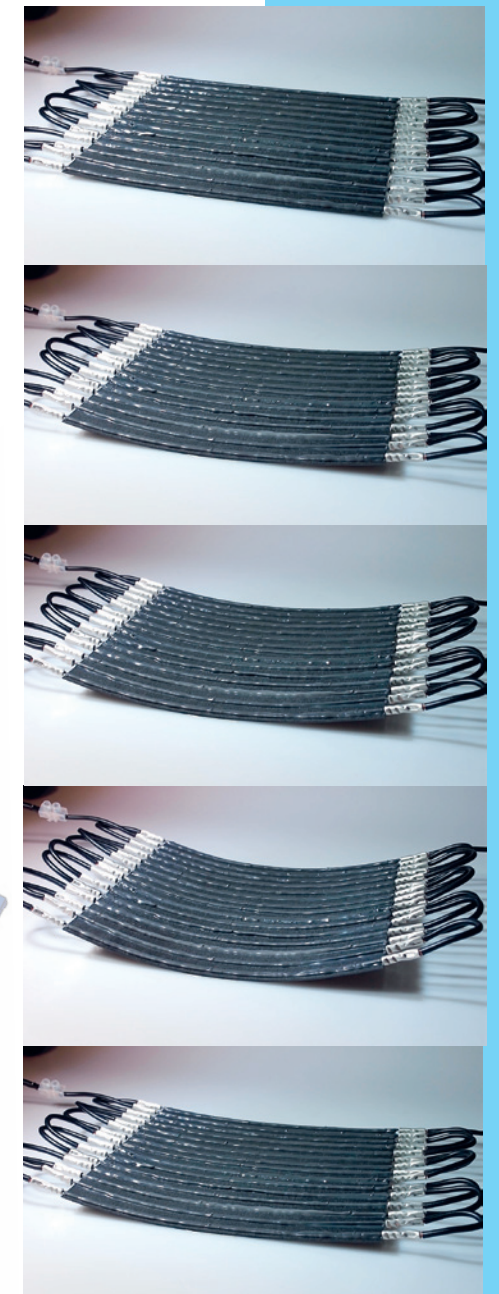
*For many applications it is sufficient to integrate a bi-stable switchable functionality, e.g. zero/one, into the component where energy is not required in the switched state but is needed for the act of switching.*

*Such a bi-stable structure can easily be realized through a well-defined anisotropic and asymmetric layup architecture of the reinforcing carbon fibers. Shape memory alloys (SMA) can be utilized as the active element to achieve a smart actuation structure.*

*The main objective of the project is the characterization of these active structures, starting with the active material which is to be integrated, followed by the properties of the hosting composite material itself through to the behavior of the completely integrated active component.*

*The comparison of the measured signals with a newly developed application-oriented theoretical finite element model yields as a “basic tool-box” for designing future components for more complex applications with these active composite structures.*

*Increasing functional integration enables big savings concerning material usage, space requirements, and cost in the development of new products.*

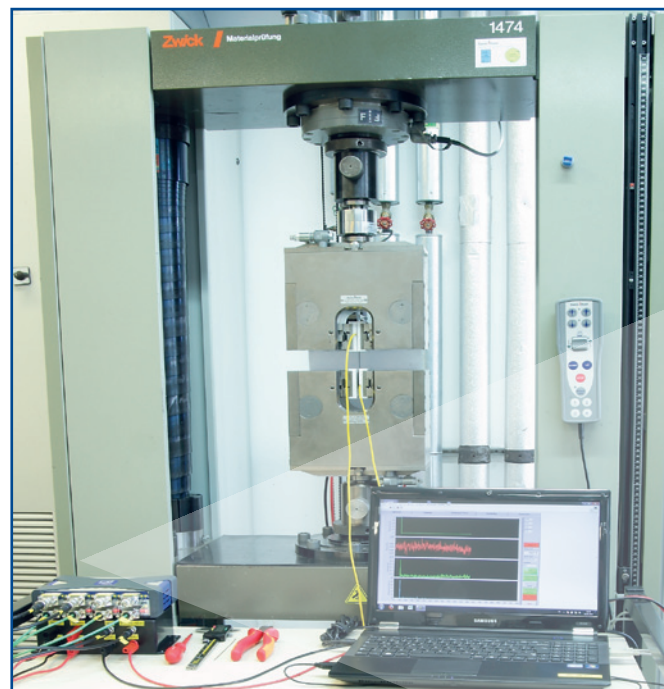


Bewegungszyklus eines aktiven Verbundes aus einer CFK-Platte mit aufgebrachtten SMA-Drähten  
  
Motion cycle of an active composite consisting of a CFRP sheet with applied SMA wires

### Engineering

Aktorik-Charakterisierung an SMA-Drähten in der Zugmaschine mit induktiver Erwärmung und Messsystem

*Motion characterization of SMA wires with testing machine, inductive heating, and measurement system*



Smart Structures – Realisierung einer einfach schaltbaren Faserverbundstruktur mit niedrigem Energiebedarf, Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation, Projekt 1013.



## SRI Preform-SMC



Thomas Pohl  
thomas.pohl@ivw.uni-kl.de

Engineering

Im Projekt Preform-SMC wird ein neuartiger Verbundwerkstoff durch Kombination der Halbzeuge Sheet Molding Compound (SMC) und textiler Vorformlinge (Preform-technologie) entwickelt. Man erwartet eine Erweiterung des Eigenschaftsprofils und damit des Anwendungsspektrums.

SMC besteht im Wesentlichen aus Glasfasern, einer duroplastischen Matrix sowie keramischen Füllstoffen und wird mittels Fließpressverfahren zu Bauteilen verarbeitet. Die Fließeigenschaften der SMC-Materialien sind innerhalb des Verarbeitungsschrittes von einer temperaturinduzierten Viskositätsreduzierung und einer Viskositätserhöhung durch Vernetzungsreaktionen gekennzeichnet, wobei eine geeignete Prozessführung die

Imprägnierbarkeit einer trockenen textilen Preform verbessern kann.

Darüber hinaus hat die SMC-Rezeptur einen signifikanten Einfluss auf die Imprägnierung. Unterschiede in der SMC-Rezeptur können hierbei durch ein am IVW entwickeltes Pressrheometer gemessen werden. Damit ist eine Korrelation zwischen Material und Pressverarbeitung möglich. Erste Ergebnisse zeigen, dass ein höherer Anteil an keramischen Füllstoffen bei konstanter Verarbeitungstemperatur eine Erhöhung der Presskraft bewirkt.

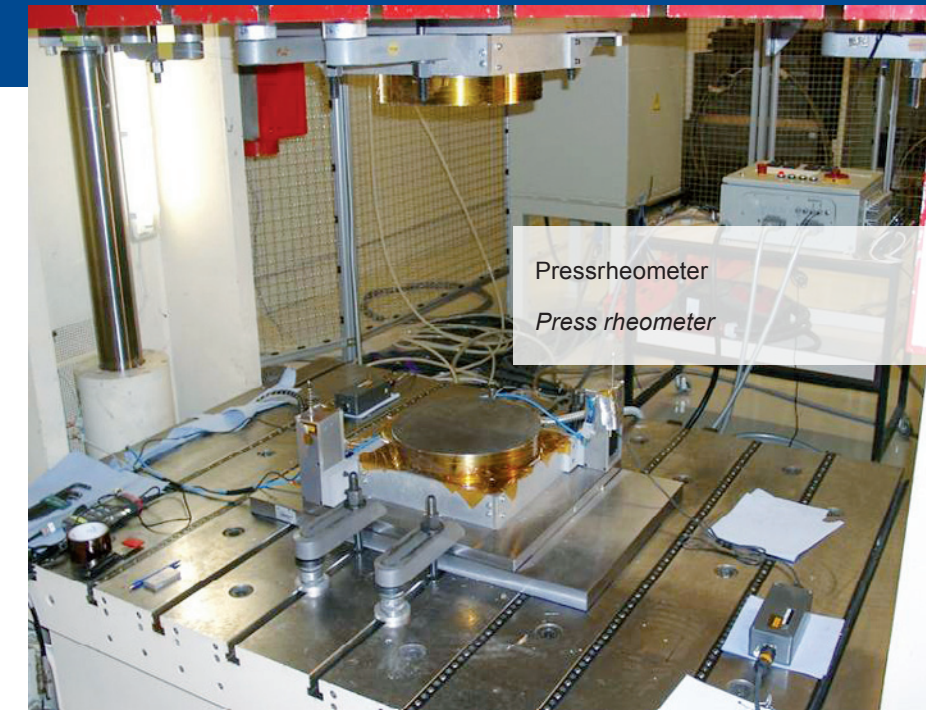
Im weiteren Projektverlauf werden die separaten Materialkennwerte wie Permeabilität des trockenen Textils und Viskositätseigenschaften des SMC sowie Grenzen der Verarbeitbarkeit und Erweiterung der Eigenschaften analysiert.

The aim of the Preform-SMC project is the development of a novel composite based on the combination of the semi-finished product Sheet Molding Compound (SMC) and textile preforms (preform technology). Improved properties and extended application fields are expected.

SMC consists primarily of glass fibers, a thermoset matrix, and ceramic fillers. The SMC components are processed by compression molding. The flow properties of SMC during the press process are characterized by a temperature-induced reduction of the viscosity and an increase of viscosity through chemical cross linking whereas a proper process control can influence the impregnation of the dry textile preform.

In addition, the SMC-formulation has a significant influence on the impregnation. Differences of SMC-formulations are measured using the in-house developed press rheometer. Thus, a correlation between the material and the press process is possible. First results show that a higher ceramic filler content increases the press force at constant process temperatures.

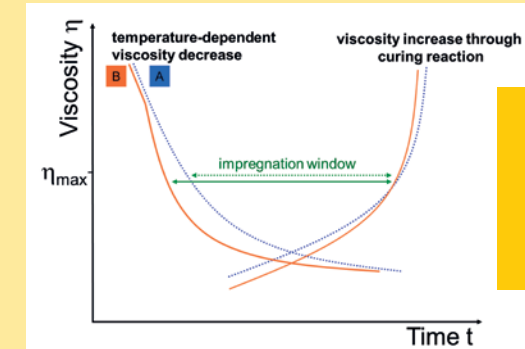
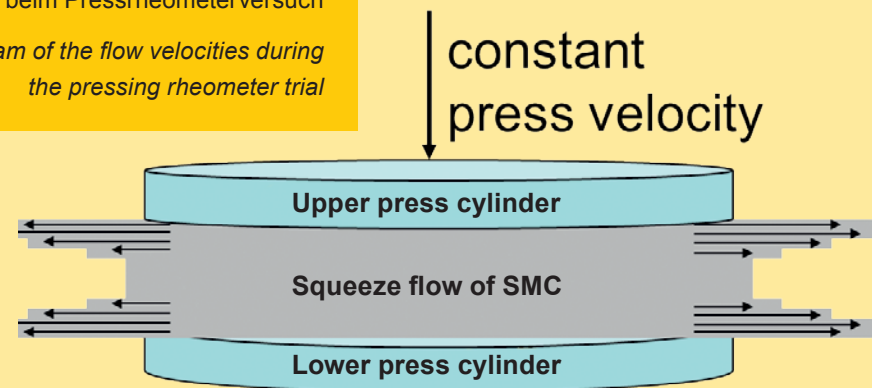
The next steps of the project aim at the analysis of the different material characteristics like permeability of the dry textiles and the viscosity properties of SMC, as well as the process limitations and the improvement of the properties.



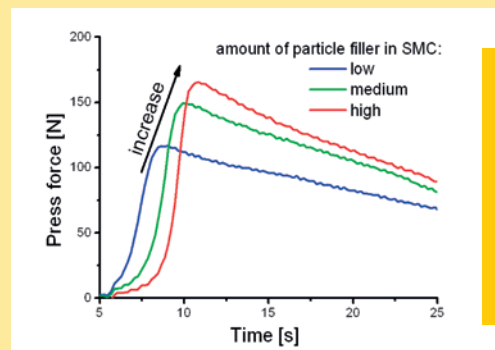
Pressrheometer  
Press rheometer

Schematische Darstellung der Fließgeschwindigkeiten beim Pressrheometerversuch

Schematic diagram of the flow velocities during the pressing rheometer trial



Viskositätsänderung während der Verarbeitung  
Viscosity change during processing



Einfluss des Füllstoffgehalts auf die Presskraft  
Influence of the filler content on the pressing force

Das Projekt Preform-SMC wurde von der Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation gefördert.

The Preform SMC project has received funding from the Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation.



Trans-IND



René Martin Holschuh  
rene.holschuh@ivw.uni-kl.de

Construction Industry

Im europäischen Projekt Trans-IND arbeiten 19 Partner aus neun Ländern gemeinsam an der Entwicklung eines wirtschaftlichen, integrierten und automatisierten Konstruktionsprozesses von Baugruppen und Komponenten aus Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) für infrastrukturelle Einrichtungen des Transport- und Verkehrswesens.

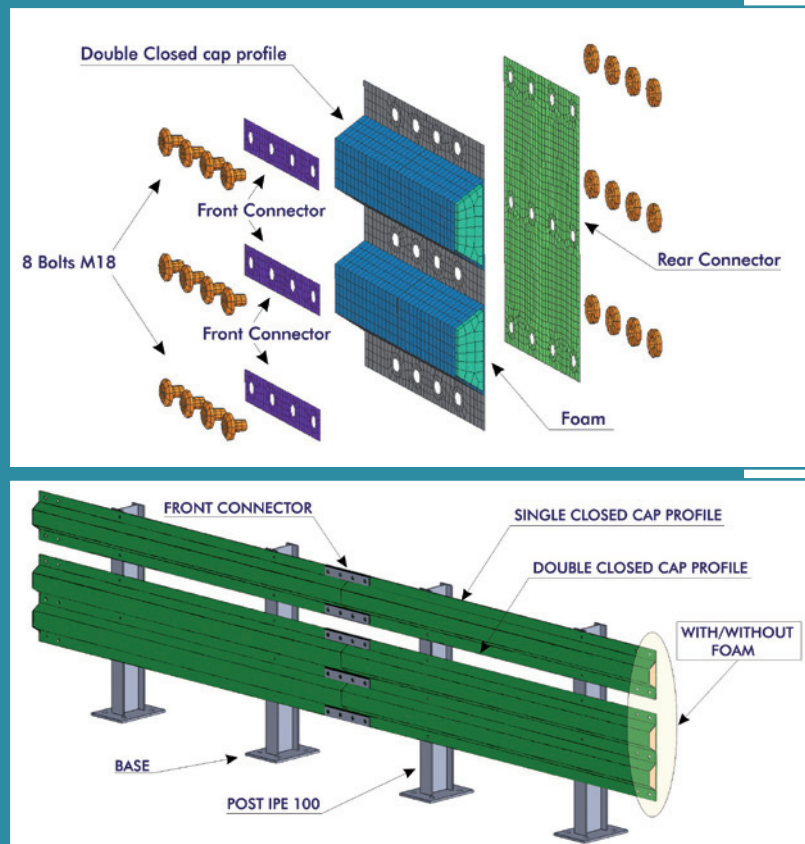
Um beispielsweise Brücken aus FKV günstiger als konventionelle Brücken aus Stahl und Beton produzieren zu können, sollen die Brückenträger und Aufbauten in einer Fabrik vorgefertigt und anschließend

vor Ort montiert werden. Möglich wird dies durch das geringe Gewicht der Bauteile aus Verbundwerkstoffen.

Innovativ ist auch der im Projekt verfolgte ganzheitliche Ansatz, bei dem alle Parameter, die für eine erfolgreiche Realisierung eines solchen Bauwerks relevant sind, berücksichtigt werden. Dies umfasst z.B. nicht nur die Fertigung und Logistik, sondern genauso die Bedürfnisse der Kunden und Nutzer sowie die gesellschaftliche Akzeptanz.

Der aktuelle Projektstatus umfasst die Ausgestaltung des Modells zur innovativen, ressourcen- und kosteneffektiven Herstellung für Bauteile aus Faser-Kunststoff-Verbunden im Transportinfrastruktursektor. Das IVW beschäftigt sich in dieser Phase mit der Fertigung von kontinuierlich hergestellten FKV Bauteilen auf Basis thermoplastischer Matrices und hat darüber hinaus das Trans-IND-Konzept mit Hilfe der DFMA-Methode hinsichtlich der Umsetzbarkeit überprüft.

Innerhalb des Trans-IND Projekts wird ein flexibler, kostengünstiger und nachhaltiger Systemansatz entwickelt, der die Fertigung von Bauten aus FKV für das Transport- und Verkehrswesen ermöglicht.



Das innerhalb des siebten Rahmenprogramms angesiedelte Forschungsprojekt Trans-IND ist durch die Europäische Union mit dem Zeichen NMP-2009-229142 gefördert.



Intervallheißpresse am IVW

Continuous compression molding press for efficient composite manufacturing at IVW

Projektpartner / Partners:  
 ATOS Origin,  
 ACCIONA Infraestructuras S.A.,  
 Advanced Composites Group,  
 ASM, D'Appolinia,  
 Fraunhofer-IPA,  
 Huntsman, ITIA-CNR,  
 Institut für Verbundwerkstoffe GmbH,  
 Tecnalia,  
 Mostostal Warszawa S.A.,  
 Mikrosam,  
 Semantic Systems S.A.,  
 Solintel M&P SL, TNO,  
 Technische Universität Dresden,  
 Università Politecnica delle Marche,  
 Van Wees, ZRMK

In the European project Trans-IND 19 partners from nine countries have come together to develop a cost-effective, integrated, and automated construction process of components made of fiber reinforced polymers (FRP) for transport infrastructures like bridges.

To produce bridges made of FRP in a more cost-effective way than conventional bridges made of steel and concrete, the bridge girders and superstructures shall be prefabricated in a factory and then assembled on site. This is possible because of the low weight of FRP components.

The holistic approach in this project is also innovative: All parameters that are relevant for the successful realization of such a building are considered. This covers

for example not only the construction process and logistics part, but just as well the needs and demands of customers and users, and the overall social acceptance.

The current project status includes the definition of a model for manufacturing innovative, resource- and cost-effective FRP components in the transport infrastructure sector. Currently the IVW is involved in the continuous manufacturing of composite profiles and is responsible for the approval of the integrated Trans-IND system by means of DFMA methodology.

Within the Trans-IND project a flexible, cost-effective, and sustainable system approach is being developed which will enable transport infrastructures like bridges to be made of FRP in future.



WASIS



Jens Mack  
jens.mack@ivw.uni-kl.de

Innerhalb des von der Europäischen Union geförderten Projektes WASIS wird eine Verbundwerkstoff-Rumpf-Struktur für die Luftfahrt entwickelt. Hierbei wird die Rumpfaußenhaut mit einer Versteifungsstruktur versehen. Projektziele sind sowohl die Optimierung der geometrischen als auch der gewichtstechnischen Parameter.

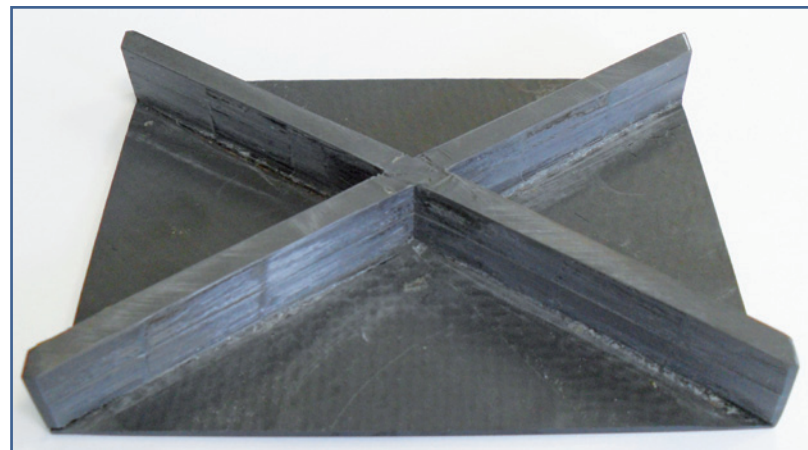
Mit metallischen Inserts wird eine hohe Flexibilität bei der Montage verschiedener Rumpfsektionen als auch zusätzlicher Anbauteile gewährleistet. Durch vollautomatische Fertigungsprozesse sollen zudem die Herstellungskosten reduziert werden.

Das IVW leitet den Projektteil Wafer Section Manufacturing Design und ist hierbei für das Tapelegen mittels unidirektionaler(UD)-Prepregmaterialien verantwortlich. Die derzeitigen Untersuchungsschwerpunkte beziehen sich auf ein Demo-Panel, mit welchem insbesondere die Ablegetechnologie, die optimierte Bauteilgestaltung und der Aushärteprozess untersucht werden soll.

Die Reduktion des Gewichtes, die lastgerechte Gestaltung der tragenden Strukturen und die einfache Integration von Bauteilen durch metallische Inserts sind Hauptziele des WASIS Projektes.



- Projektpartner / Partners:
- AOES Group BV (NED),
  - Fundación CIDAUT (ESP),
  - CirComp GmbH (GER),
  - INEGI – Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão (POR),
  - KhAI - National Aerospace University (UKR),
  - MERL – Materials Engineering Research Laboratory Ltd (GB),
  - NetComposites Ltd (GB),
  - University of Patras (GRE),
  - Piaggio Aero Industries SpA (ITA)



Versuchsbauteil einer abgelegten Prepregstruktur  
Demonstrator of a tape placement prepreg structure

Das Projekt "WASIS – Wafer design Approach for Safety Increasing in worst case Situationsminimizing joints" wurde im 7. Rahmenprogramm der Europäischen Gemeinschaft gefördert (265549).

# PROJECTS



Referenzflugzeug Piaggio Aero P180 Avanti II  
Reference aircraft Piaggio Aero P180 Avanti II

Source:  
<http://www.piaggioaero.com>

*In the scope of the European funded project WASIS a composite fuselage structure for the aviation industry is being developed. Thereby the fuselage skin is equipped with a reinforced structure. The aim of this project is the optimization of the geometric as well as the weight-related parameters.*

*By use of metallic inserts a high flexibility for the assembly of different fuselage sections as well as additional add-on parts is guaranteed. Manufacturing costs should be reduced due to fully automated production processes.*

*The work package Wafer Manufacturing Design Section of this project is lead by the IVW and the institute is hereby responsible for the unidirectional prepreg tape-placement. The focus of the current research aspects is the demo panel with which the tape placement technology, the optimized component design as well as the curing process are investigated.*

*The weight reduction, the load optimized design of supporting structures as well as an easy integration of components using metal inserts are the main targets of this project.*

*The project "WASIS – Wafer design Approach for Safety Increasing in worst case Situations minimizing joints" has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme under grant agreement 265549.*

Aerospace



## WWS 95



Liubov Sorochynska  
liubov.sorochynska@ivw.uni-kl.de

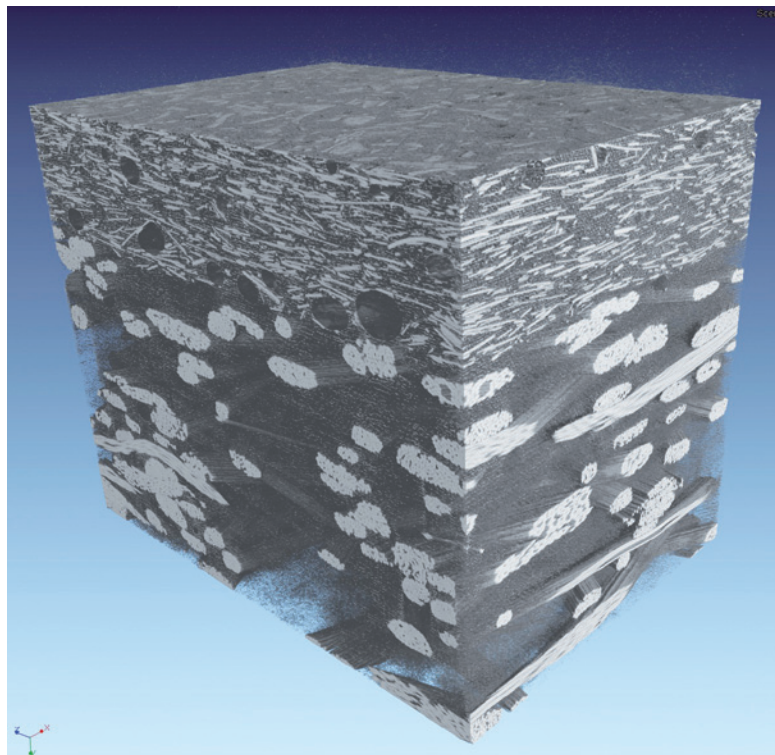
Energy

Gemeinsam mit der Chemowerk GmbH hat das IVW eine neue Barrierebeschichtung für Solarenergie-Warmwasserspeicher aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) entwickelt.

Für die Speicherung des von der Sonne erhitzten Wassers bieten GFK-Tanks viele Vorteile. Sie lassen sich leicht transportieren und so gestalten, dass sie auch in bestehenden Gebäuden einfach installiert werden können. Damit das GFK-Material aber der Belastung durch Wasserdruck und korrosivem Angriff durch den heißen Wasserdampf über einen Zeitraum von mehr als 20 Jahren standhält, muss das Material durch eine Barrierebeschichtung geschützt werden.

In einem gemeinsamen Projekt mit Chemowerk wurde eine, dem Grundwerkstoff angepasste Beschichtung entwickelt, in der Glasplättchen unterschiedlicher Größe die Barrierefunktion übernehmen. Das IVW hat unterschiedliche Rezepturen für die Beschichtung entwickelt, die sich mit unterschiedlichen Standardverfahren wie Spritzen, Spachteln und Verpressen auf die Behälterinnenseite applizieren lassen. Gemeinsam wurde mit mehreren Prüfverfahren nachgewiesen, dass diese Beschichtungen die Wasserdampfpermeation signifikant reduzieren und dass damit der GFK-Werkstoff die Einsatzbedingungen über einen ausreichend langen Zeitraum erträgt.

Mit funktionalen Füllstoffen können polymere Beschichtungsmassen an verschiedene Anforderungen angepasst werden. Neben den einsatzrelevanten Eigenschaften und der speziellen Barrierefunktionalität lassen sich auch die Verarbeitungseigenschaften gezielt einstellen.



3D-Röntgenmikrotomografie-Bild vom Querschnitt des Laminates mit der Barrierebeschichtung

3D X-ray microtomography image of the laminate with the barrier coating

Thermische Energiespeicherung: Barrierebeschichtung für einen GFK-Warmwasserspeicher WWS 95, AiF ZIM, Förderkennzeichen: KF2088310 SU9.



Projektpartner / Partner:  
Chemowerk GmbH



Passt in jeden Heizungskeller und durch 80 cm Türen  
Fits in every boiler room and through 80 cm doors  
(Courtesy: Chemowerk GmbH)

**Endlich ein Solar-Speicher, in den mehr reingeh, damit mehr rauskommt!**

Together with Chemowerk GmbH IVW has developed a new barrier coating for solar powered hot water storage tanks made out of glass fiber reinforced polymer (GFRP).

For the storage of hot water generated by solar power GFRP tanks have many advantages. Easy transportability and a space saving design enable the installation in existing buildings. But for withstanding the pressure of the water and guaranteeing a service lifetime of more than 20 years the GFRP material has to be protected from corrosion by the hot water vapor.

In a joint project with Chemowerk a barrier coating was developed consisting of a polymeric matrix which is adapted to the GFRP material of the tank and

glass-flakes of various sizes acting as a permeation barrier. IVW developed different formulations for the coating to ensure good processing behavior in various standard application methods, e.g. spray or trowel coating or hot pressing. Together with Chemowerk it was proved that the permeation of hot water through the walls of the tank is significantly reduced by the coatings and therefore the long term stability of the coated GFRP material is guaranteed.

Functional fillers enable the development of customized polymer coatings. Besides the optimization of application-relevant properties or special functionalities, the processing properties can be adjusted in a well-defined way.



ZD-Kraft



Thomas Pfaff  
thomas.pfaff@ivw.uni-kl.de

Krafteinleitungselemente werden zur Einleitung von Längskräften aus einer umgebenden Struktur benötigt. Im Gegensatz zu metallischen Stäben gestaltet sich die Krafteinleitung in Faserverbund-Stäben schwieriger und erlaubt oft nur eine geringe Ausnutzung der guten mechanischen Eigenschaften des Faserverbundwerkstoffes.

Für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt werden im Projekt ZD-Kraft metallfreie Krafteinleitungselemente in hoch belastete Faserverbund-Zug/Druckstäbe entwickelt. Es sollen zwei faserverstärkte Krafteinleitungsvarianten bis zum Prototypenstadium entwickelt und rechnerisch sowie experimentell mit einer bereits vorhandenen Ausführung verglichen werden.

Bisher wurde anhand eines Bench-Mark-Stabes die Wirkweise der Krafteinleitung

untersucht. Dazu wurden Finite-Elemente-Berechnungen durchgeführt und mit Zugprüfungen verglichen. Zur näheren Charakterisierung des Versagensbereiches wurden hochauflösende computertomographische Aufnahmen angefertigt und ausgewertet. Eine erste Optimierung des Krafteinleitungsbereiches wurde an den Projektpartner CirComp GmbH zur Herstellung von Prototypen weitergeleitet.

Die realitätsnahe Simulation des Versagensverhaltens konzentrierter Krafteinleitungen in Faser-Kunststoff-Verbunden soll einen entscheidenden Beitrag zur Charakterisierung und Quantifizierung von Leichtbaustrukturen in der Luft- und Raumfahrt leisten.

Load introductions are needed to transfer axial tension or compression loads from a surrounding structure into the struts. The load introduction into composite struts is more difficult compared to metallic struts and usually results in a non-optimized utilization of the mechanical properties of the fiber reinforced polymer composite.

In the ZD-Kraft project non-metallic load introduction elements into highly loaded composite tension/compression struts are being developed for aerospace applications. Two types of load introductions shall be developed and compared with an already existing and available design.

In the work carried out to date, the mechanisms of the load introduction were studied on the basis of a bench mark strut. For

this purpose finite element analyses were carried out and compared with tensile tests. For the characterization of the failure region high resolution computed tomography images were obtained and interpreted. Our project partner was then supplied with an initial optimization of the load introduction area for prototype manufacture.

The realistic simulation of the failure behavior of concentrated load introductions shall make an essential contribution to the characterization and quantification of airframe lightweight structures.

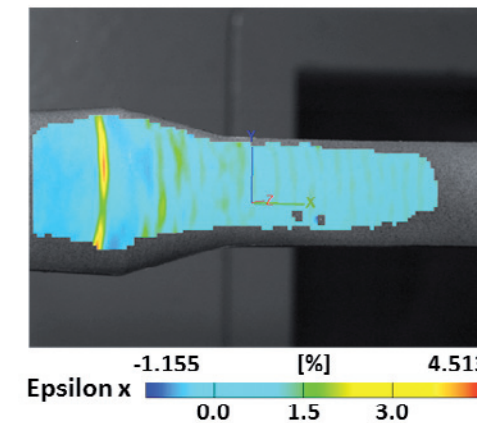
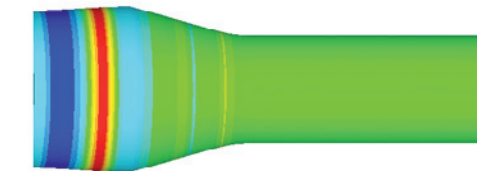
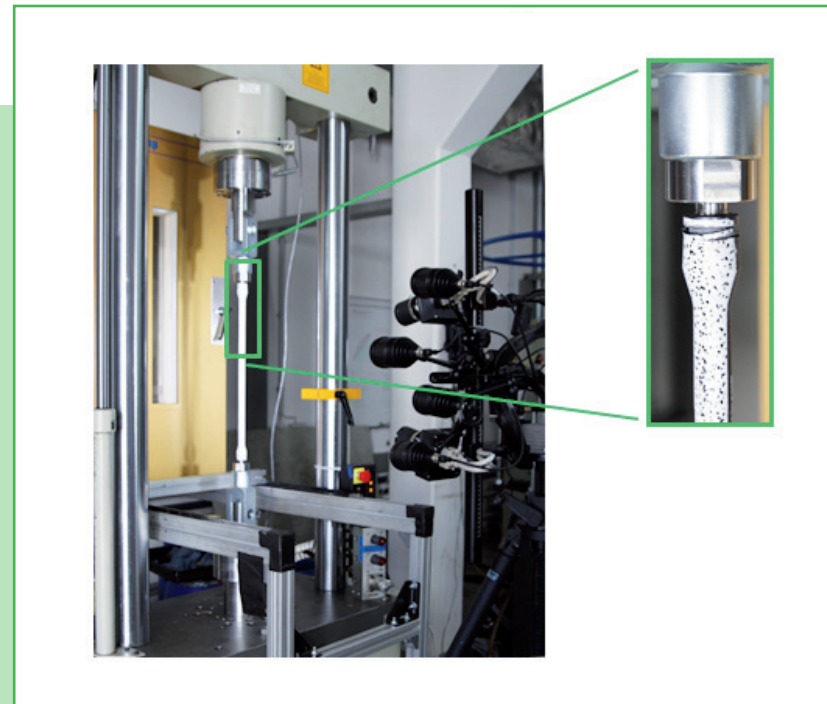


Projektpartner / Partner:  
CirComp GmbH

Aerospace

Zugprüfung mit optischer Dehnungsmessung

Tensile test with optical strain measurement



Axialdehnungsverteilung: FE-Analyse (oben) und optische Messung (unten)

Axial strain distribution: FE analysis (top) and optical measurement (bottom)

Das Projekt ZD-Kraft - Entwicklung metallfreier Krafteinleitungselemente in hoch belasteten Faserverbund-Zug/Druckstäben für Anwendungen in Luft- und Raumfahrt wird im Rahmen des ZIM-Programms von der AIF gefördert (Projektnummer KF2088308HA9).

The project ZD-Kraft - Development of non-metallic load introductions into highly loaded composite tension/compression struts for aeronautic applications is funded by the AIF within the ZIM program (project no. KF2088308HA9).



## ZIM-CFK-Fügetechnik



Bernhard Helfrich  
bernhard.helfrich@ivw.uni-kl.de

Am Fahrrad existieren zahlreiche Verbindungen, deren Funktionstüchtigkeit für die Sicherheit des Fahrers unerlässlich ist, da ihr Versagen zwangsläufig zum Sturz des Fahrers führt.

Um solche mit möglicherweise schlimmen Folgen verbundenen Stürze zu verhindern, werden im Projekt ZIM-CFK-Fügetechnik carbonfaserverstärkte Kunststoff (CFK)-Fügetechniken und Verbindungselemente für den Fahrradbau weiterentwickelt.

Am Markt erhältliche Klemmungen von Vorbau und Gabelschaft wurden mit der optischen Dehnungsmessung (Grauwert-

korrelation) experimentell charakterisiert und entsprechende Finite-Elemente-Modelle erstellt, die anhand der Messungen validiert wurden. Im weiteren Verlauf des Projekts sollen außerdem kommerziell erhältliche Sattelstützen im Experiment und durch Rechnung charakterisiert werden.

Mithilfe der Simulationsmodelle sollen die Klemmungen an Sattelstütze und Vorbau mit dem Fokus auf Bauteilzuverlässigkeit und Leichtbau optimiert werden.

*In bicycles there are many joints. It is essential for the cyclist's safety that they prove to be reliable as their failure would inevitably lead to accidents with potentially severe injuries.*

*Therefore the project ZIM-CFK-Fügetechnik aims at enhancing carbon fiber reinforced polymer (CFRP) joining technologies and joining elements for bicycle design.*

*Commercially available stem clamps were characterized by means of local strain measurements using stochastic pattern digital image correlation and finite element*

*models. The models were validated based on measurement data. Measurement and simulation shall be used in the next step within the project to characterize commercially available seat posts.*

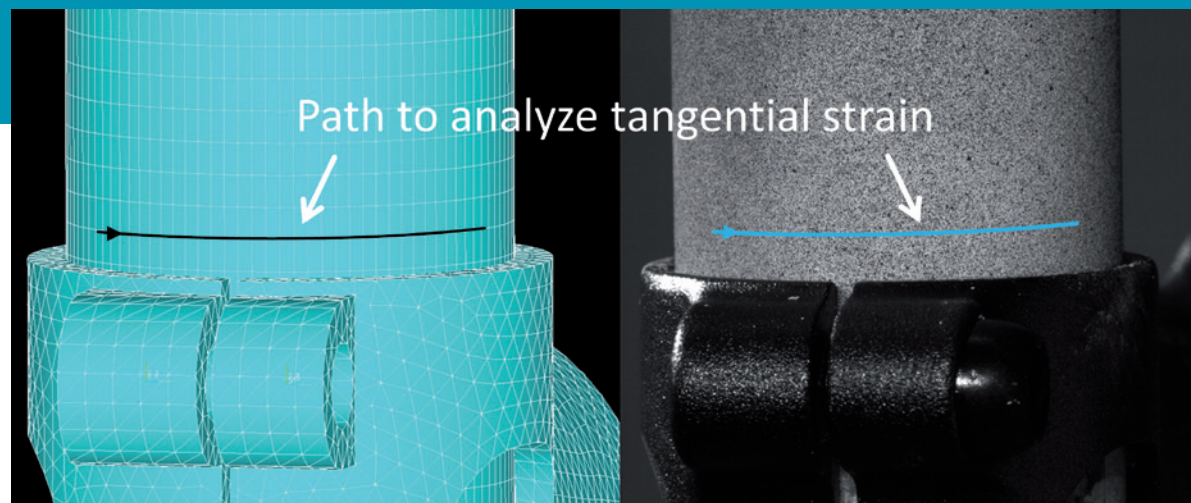
*On the basis of these simulation models clamps on CFRP stems and seat posts shall be optimized. The key aspects of the research are the improvement of the reliability and the lightweight characteristics of such joints.*

Sports and Recreation

Projektpartner / Partner:  
Canyon Bicycles GmbH

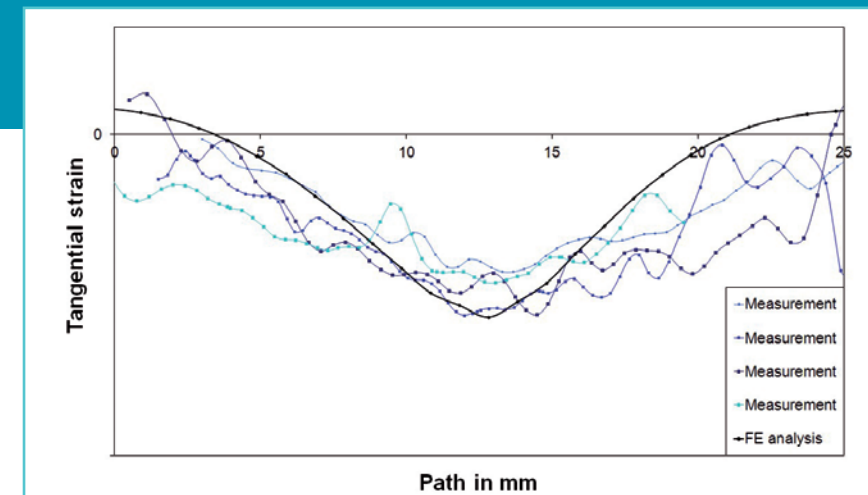
Finite-Elemente-Modell (links) und Messung mittels Grauwertkorrelation (rechts) einer Vorbau-Klemmung

*Finite element model (left) and stochastic pattern digital image correlation (right) of a stem clamp*



FE-Ergebnis im Vergleich mit den Messwerten der Grauwertkorrelation

*FE result in comparison with test results using grey value correlation*



*Das Projekt „ZIM-CFK-Fügetechnik – Entwicklung von Fügetechniken und Fügeelementen für CFK-CFK und CFK-Metall-Verbindungen im Fahrradbau“ wird durch die AiF im Rahmen des ZIM-Programmes gefördert (Projektnummer: KF2088314AK1).*

*The project „ZIM-CFK-Joining technology – Development of joining technologies and joining elements for CFRP-CFRP- and CFRP-metal-joints for bicycle design“ is funded by AiF within the ZIM program (project no. KF2088314AK1).*



## Zim-Secure



Bernhard Helfrich  
bernhard.helfrich@ivw.uni-kl.de

Das Projekt ZIM-Secure umfasste den Nachweis und die Auslegung von Mountainbikes gegen Betriebslasten. Als Grundlage dafür wurden eine mobile Messtechnik entwickelt sowie Messfahrten auf sogenannten synthetischen Strecken und realen Trail- und Downhill-Strecken durchgeführt.

Auf Basis dieser Messergebnisse wurde ein geeignetes Lastkollektiv zur Ermittlung der Betriebsfestigkeit eines Mountainbikerahmens erstellt. Um den Betriebsfestigkeitsnachweis zu führen, wurde ein Prüfstand entwickelt, der die Nachbildung eines Fahrradlebens im Labor ermöglicht.

Mit der Auslegung von Mountainbikerahmen gegen Betriebslasten und dem hiergeführten Betriebsfestigkeitsnachweis kann die Sicherheit des Fahrradfahrers weiter erhöht werden.

The research project ZIM-Secure included the verification of the service life and design of mountain bikes. Therefore, a special mobile measuring equipment was developed with which tests were run on so-called synthetic tracks as well as on real trail and downhill tracks.

With this measuring data an appropriate load spectrum for the service life characterization of mountain bikes was calculated.

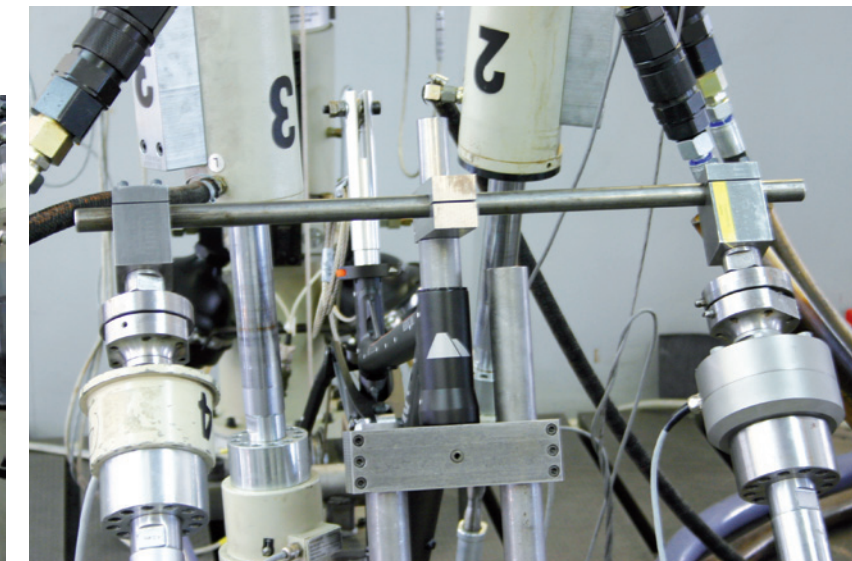
In order to verify the bike's service life a test rig for mountain bike frames was designed in which the whole operating life of a mountain bike was simulated in the laboratory.

The safety of cyclists can be enhanced with the help of these service loading tests and a service life verification of mountain bikes.

Sports and Recreation



Mobile Messtechnik am Mountainbike  
Mobile measuring equipment installed on mountain bike



Betriebsfestigkeitsprüfstand für Mountainbikerahmen  
Service life test rig for mountain bike frames

Projektpartner / Partners:  
Canyon Bicycles GmbH  
2D Debus & Diebold Messsysteme GmbH

Das Projekt „ZIM-Secure – Betriebsfestigkeitsnachweis und –auslegung von Mountainbikes – Betriebslastenerfassung durch Entwicklung einer mobilen Messtechnik“ wird durch die AiF im Rahmen des ZIM-Programmes gefördert (Projektnummer: KF2088301DB8).

The project „ZIM-Secure – Verification of the service strength and design of mountain bikes – Measurement of service loads by development of mobile measuring equipment“ is funded by AiF within the ZIM program (project no. KF2088301DB8).





Im Jahresmittel 2011 bildeten 98 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter das Stammpersonal der IVW GmbH. Hinzu kamen 44 studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte.

Eingestellt wurden insgesamt 19 Personen, davon 11 im wissenschaftlichen Bereich, 5 in der Verwaltung und 3 im technischen Bereich.

Gastwissenschaftler, Stipendiaten, Studien- und Diplomarbeiten, Hospitanten und Praktikanten unterstützen zu einem wesentlichen Teil die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des Instituts.

Die Internationalität spiegelt sich darin wider, dass über das Jahr gesehen insgesamt 309 Personen aus 23 Nationen am Institut tätig waren, dies sind rund 18 % mehr als im Vorjahr. Der Anteil an Wissenschaftlern aus dem Ausland betrug damit rund 24 %.

Im Jahresmittel der MitarbeiterInnen betrug der Frauenanteil insgesamt 28 %, im Bereich der wissenschaftlichen MitarbeiterInnen lag er bei 22 %.

Vier Personen konnten sich über ihre erfolgreiche Promotion am Institut freuen. Herzlichen Glückwunsch!

98 employees and an additional 44 student and research assistants formed the permanent staff of the IVW GmbH in 2011 on average.

In total 19 individuals were hired, there of 11 in the scientific area, 5 in the administration and 3 in the technical field.

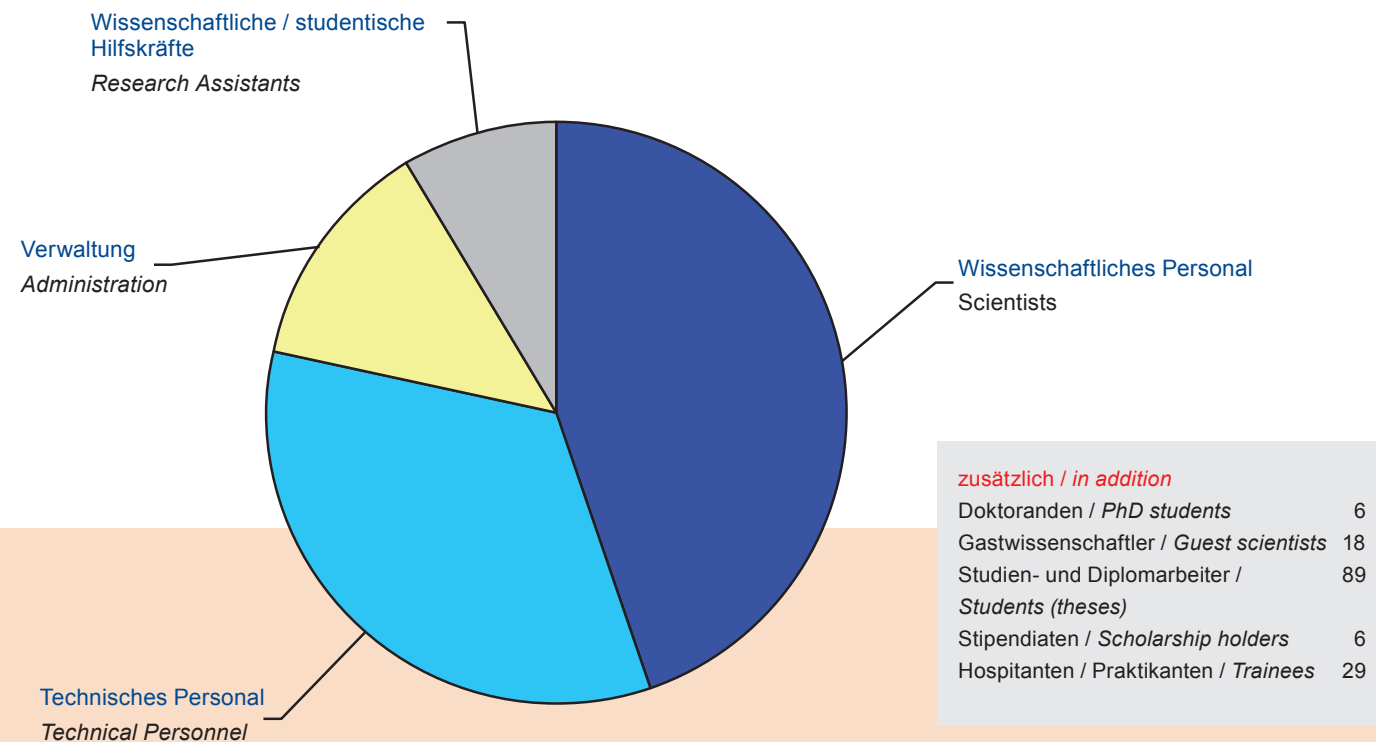
Guest scientists, scholarship holders, students working on their undergraduate theses, guest students, and trainees support the research and development work of the institute.

The internationality of the institute is reflected by the fact that throughout the year in total 309 individuals from 23 nations worked at the IVW, which is an increase of about 18% compared to 2010. The proportion of scientists from abroad was approx. 24%.

The proportion of women amounted to 28% on annual average, in the area of scientists it was 22%.

Four PhD students successfully completed their doctorate at the institute.

Congratulations!





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

**Robert Lahr**  
Leiter Zentrale Dienste / TTT  
Manager Central Services / TTT  
robert.lahr@ivw.uni-kl.de

**Ilona Pointner**  
Assistenz  
Assistance  
ilona.pointner@ivw.uni-kl.de

**Regina Köhne**  
Sekretariat  
Secretariat  
regina.koehne@ivw.uni-kl.de

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

**Dietrich Rodermund**  
Leiter Kom-K-Tec  
Manager Kom-K-Tec  
dietrich.rodermund@ivw.uni-kl.de

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

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

**Ina Klemm**  
Bibliothek  
Library  
ina.klemm@ivw.uni-kl.de

**Silvia Hochstätter**  
Grafik Design  
Graphic Design  
silvia.hochstaetter@ivw.uni-kl.de

**Aufsichtsrat / Supervisory Board**

Ministerialrätin Inga Schäfer  
(Vorsitzende)  
Ministerium für Bildung, Wissenschaft,  
Weiterbildung und Kultur, Mainz

Ltd. Ministerialrat Richard Ortseifer  
(stellvertretender Vorsitzender)  
Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz,  
Energie und Landesplanung, Mainz

Dr. Frank-Dieter Kuchta (bis 31.1.12)  
Ministerium für Bildung, Wissenschaft,  
Weiterbildung und Kultur, Mainz

Univ.-Prof. Dr. rer. nat. H. J. Schmidt  
Präsident  
Technische Universität Kaiserslautern

Ministerialrat Alexander Wieland  
Ministerium der Finanzen, Mainz

Dr. Carola Zimmermann (ab 1.2.12)  
Ministerium für Bildung, Wissenschaft,  
Weiterbildung und Kultur, Mainz

**Beirat / Advisory Board**

Dipl.-Ing. Bernd Räckers  
(Vorsitzender)  
Airbus

Dipl.-Ing. Hans-Peter Beringer  
BASF SE

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

Dipl.-Ing. Günther Deinzer  
Audi AG

Dr. Michael Heine  
SGL Carbon AG

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Scharr  
Universität Rostock

Prof. Dr. Manfred Stamm  
Leibniz-Institut für Polymerforschung  
Dresden e.V.

**Hanns-Joachim Runge**  
Technologietransfer  
Technology Transfer  
hanns-joachim.runge@ivw.uni-kl.de

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

**Christa Hellwig**  
Rechnungswesen  
Accounting  
christa.hellwig@ivw.uni-kl.de

**Mark Dully**  
Mechanische Werkstatt  
Machine Shop  
mark.dully@ivw.uni-kl.de

**Sigrid Bastian**  
Rechnungswesen  
Accounting  
sigrid.bastian@ivw.uni-kl.de

**Patrick Pörtner**  
Mechanische Werkstatt  
Machine Shop  
patrick.poertner@ivw.uni-kl.de

**Thomas Kaiser**  
Rechnungswesen  
Accounting  
thomas.kaiser@ivw.uni-kl.de

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

**Alina Unterberg**  
Rechnungswesen  
Accounting  
alina.unterberg@ivw.uni-kl.de

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

**Ina Hemmer**  
Controlling  
ina.hemmer@ivw.uni-kl.de

**Timo Bender**  
IT  
timo.bender@ivw.uni-kl.de

**Thomas Schütz**  
IT  
thomas.schuetz@ivw.uni-kl.de

**Martin Maier**  
Techn.-Wiss. Direktor /  
Research Director  
Berechnung & Konstruktion  
Design & Analysis  
martin.maier@ivw.uni-kl.de

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

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

**Nora Feiden**  
Sekretariat  
Secretariat  
nora.feiden@ivw.uni-kl.de

**Nora Opitz**  
Sekretariat  
Secretariat  
nora.opitz@ivw.uni-kl.de

**Dagmar Fuchs**  
Sekretariat  
Secretariat  
dagmar.fuchs@ivw.uni-kl.de

**Norbert Himmel**  
Gruppenleiter / Group Leader  
Berechnung & Konstruktion  
Design & Analysis  
norbert.himmel@ivw.uni-kl.de

**Thomas Burkhardt**  
Gruppenleiter / Group Leader  
Werkstoffwissenschaft  
Materials Science  
thomas.burkhardt@ivw.uni-kl.de

**Luisa Medina**  
Gruppenleiterin / Group Leader  
Verarbeitungstechnik  
Manufacturing Science  
luisa.medina@ivw.uni-kl.de

**Martin Gurka**  
Gruppenleiter / Group Leader  
Werkstoffwissenschaft  
Materials Science  
martin.gurka@ivw.uni-kl.de

**Thorsten Becker**  
Extrusion  
thorsten.becker@ivw.uni-kl.de

**Pia Eichert**  
Material Analysis  
pia.eichert@ivw.uni-kl.de

**Jörg Blaurock**  
Optical Measurement  
joerg.blaurock@ivw.uni-kl.de

**Steven Brogdon**  
Unidirect. Comp.  
steven.brogdon@ivw.uni-kl.de

**Volker Disandt**  
Thermoset Comp.  
volker.disandt@ivw.uni-kl.de

**Hans-Peter Feldner**  
Tribology  
hans-peter.feldner@ivw.uni-kl.de

**Holger Franz**  
Thermoset Comp.  
holger.franz@ivw.uni-kl.de

**Stefan Gabriel**  
Crash / Energyabsorpt.  
stefan.gabriel@ivw.uni-kl.de

**Stephan Giehl**  
Thermopl. Comp.  
stephan.giehl@ivw.uni-kl.de

**Hermann Giertzsch**  
Microscopy  
hermann.giertzsch@ivw.uni-kl.de

**Werner Gölzer**  
Fatigue  
werner.goelzer@ivw.uni-kl.de

**Karl-Heinz Hammer**  
Thermoset Comp.  
karl-heinz.hammer@ivw.uni-kl.de

**Valentine Kessler**  
Design  
valentine.kessler@ivw.uni-kl.de

**Jens Lichtner**  
Unidirect. Comp.  
jens.lichtner@ivw.uni-kl.de

**Peter Mang**  
Thermoplastic Comp.  
peter.mang@ivw.uni-kl.de

**Michael Nast**  
Thermoplastic Comp.  
michael.nast@ivw.uni-kl.de

**Erhard Natter**  
Compr. Molding  
erhard.natter@ivw.uni-kl.de

**Michael Päßler**  
Compr. Molding  
michael.paessler@ivw.uni-kl.de

**Thomas Pfaff**  
Design  
thomas.pfaff@ivw.uni-kl.de

**Heidrun Plocharzik**  
Chemical Synthesis  
heidrun.plocharzik@ivw.uni-kl.de

**Ralf Schimmele**  
Mechanical Analysis  
ralf.schimmele@ivw.uni-kl.de

**Stefan Schmitt**  
Surface Analysis  
stefan.schmitt@ivw.uni-kl.de

**Uwe Schmitt**  
Thermoset Comp.  
uwe.schmitt@ivw.uni-kl.de

**Ralph Schneider**  
Crash / Energyabsorpt.  
ralph.schneider@ivw.uni-kl.de

**Eric Schott**  
Thermoplastic Comp.  
eric.schott@ivw.uni-kl.de

**Roman Schüller**  
Thermoset Comp.  
roman.schueler@ivw.uni-kl.de

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

**Petra Volk**  
Material Analysis  
petra.volk@ivw.uni-kl.de


**Rolf Walter**  
Extrusion  
rolf.walter@ivw.uni-kl.de


**Thorsten Weick**  
Unidirect. Comp.  
thorsten.weick@ivw.uni-kl.de




**A**  Dipl.-Ing. Matthias Arnold  
 Processing of Textile  
 Reinforced Thermoset FRP  
[matthias.arnold@ivw.uni-kl.de](mailto:matthias.arnold@ivw.uni-kl.de)

**B**  Dipl.-Ing. Thomas Bayerl  
 Compression Molding  
[thomas.bayerl@ivw.uni-kl.de](mailto:thomas.bayerl@ivw.uni-kl.de)


 Dr.-Ing. Jörg Blaurock  
 Crash  
[joerg.blaurock@ivw.uni-kl.de](mailto:joerg.blaurock@ivw.uni-kl.de)

 Dipl.-Ing. Markus Brzeski  
 Processing of Unidirectional FRP  
[markus.brzeski@ivw.uni-kl.de](mailto:markus.brzeski@ivw.uni-kl.de)

 Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marcel Buecker  
 Design of Composite Structures  
[marcel.buecker@ivw.uni-kl.de](mailto:marcel.buecker@ivw.uni-kl.de)


**C**  Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marcel Christmann  
 Processing of Textile  
 Reinforced Thermoplastic FRP  
[marcel.christmann@ivw.uni-kl.de](mailto:marcel.christmann@ivw.uni-kl.de)

**D**  M.Eng. Mirja Didi  
 Processing of Textile  
 Reinforced Thermoplastic FRP  
[mirja.didi@ivw.uni-kl.de](mailto:mirja.didi@ivw.uni-kl.de)


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


**F**  M.Sc. Gabriela-Margareta Florescu  
 Tailored Polymers & Compounds  
[gabi.florescu@ivw.uni-kl.de](mailto:gabi.florescu@ivw.uni-kl.de)

**G**  Dipl.-Ing. Karsten Grebel  
 Compression Molding  
[karsten.grebel@ivw.uni-kl.de](mailto:karsten.grebel@ivw.uni-kl.de)


 Dipl.-Ing. Timo Grieser  
 Processing of Textile  
 Reinforced Thermoset FRP  
[timo.grieser@ivw.uni-kl.de](mailto:timo.grieser@ivw.uni-kl.de)


**H**  Dr. Sergiy Grishchuk  
 Tailored Polymers & Compounds  
[sergiy.grishchuk@ivw.uni-kl.de](mailto:sergiy.grishchuk@ivw.uni-kl.de)


 Dipl.-Ing. Benedikt Hannemann  
 Crash  
[benedikt.hannemann@ivw.uni-kl.de](mailto:benedikt.hannemann@ivw.uni-kl.de)

 Dipl.-Chem. Irene Hassinger  
 Nanocomposites  
[irene.hassinger@ivw.uni-kl.de](mailto:irene.hassinger@ivw.uni-kl.de)


 Dipl.-Ing. Bernhard Helfrich  
 Design of Composite Structures  
[bernhard.helfrich@ivw.uni-kl.de](mailto:bernhard.helfrich@ivw.uni-kl.de)


 Dipl.-Ing. Klaus Hildebrandt  
 Processing of Textile  
 Reinforced Thermoplastic FRP  
[klaus.hildebrandt@ivw.uni-kl.de](mailto:klaus.hildebrandt@ivw.uni-kl.de)

 Dipl.-Wirtsch.-Ing. René Holschuh  
 Processing of Unidirectional FRP  
[rene.holschuh@ivw.uni-kl.de](mailto:rene.holschuh@ivw.uni-kl.de)


 Dipl.-Ing. Moritz Hübler  
 Smart Structures  
[moritz.huebler@ivw.uni-kl.de](mailto:moritz.huebler@ivw.uni-kl.de)

**M**  Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jens Mack  
 Processing of Unidirectional FRP  
[jens.mack@ivw.uni-kl.de](mailto:jens.mack@ivw.uni-kl.de)

 Dr.-Ing. Michael Magin  
 Fatigue and Fatigue Life Analysis  
[michael.magin@ivw.uni-kl.de](mailto:michael.magin@ivw.uni-kl.de)

 Dipl.-Ing. Dennis Maurer  
 Processing of Unidirectional FRP  
[dennis.maurer@ivw.uni-kl.de](mailto:dennis.maurer@ivw.uni-kl.de)


 Dipl.-Ing. Angelos Miaris  
 Processing of Unidirectional FRP  
[angelos.miaris@ivw.uni-kl.de](mailto:angelos.miaris@ivw.uni-kl.de)

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


**N**  Dr.-Ing. Andreas Noll  
 Nanocomposites  
[andreas.noll@ivw.uni-kl.de](mailto:andreas.noll@ivw.uni-kl.de)

**P**  Dipl.-Min. Nicole Pfeiffer  
 Tailored Polymers & Compounds  
[nicole.pfeiffer@ivw.uni-kl.de](mailto:nicole.pfeiffer@ivw.uni-kl.de)

 M.Sc. Thomas Pohl  
 Compression Molding  
[thomas.pohl@ivw.uni-kl.de](mailto:thomas.pohl@ivw.uni-kl.de)


 Dipl.-Ing. Martin Priebe  
 Tailored Polymers & Compounds  
[martin.priebe@ivw.uni-kl.de](mailto:martin.priebe@ivw.uni-kl.de)


**R**  Dipl.-Ing. Zdravka Rasheva  
 Tribology  
[zdravka.rasheva@ivw.uni-kl.de](mailto:zdravka.rasheva@ivw.uni-kl.de)


 Dr.-Ing. Gunnar Rieber  
 Processing of Textile  
 Reinforced Thermoset FRP  
[gunner.rieber@ivw.uni-kl.de](mailto:gunner.rieber@ivw.uni-kl.de)


 Dipl.-Chem. Esther Rivas Serrano  
 Nanocomposites  
[esther.rivas@ivw.uni-kl.de](mailto:esther.rivas@ivw.uni-kl.de)


**S**  Dipl.-Ing. David Scheliga  
 Crash  
[david.scheliga@ivw.uni-kl.de](mailto:david.scheliga@ivw.uni-kl.de)

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

 Dipl.-Ing. Henrik Schmidt  
 Design of Composite Structures  
[henrik.schmidt@ivw.uni-kl.de](mailto:henrik.schmidt@ivw.uni-kl.de)

 Dipl.-Ing. Ron Sebastian  
 Tribology  
[ron.sebastian@ivw.uni-kl.de](mailto:ron.sebastian@ivw.uni-kl.de)

 Dr.-Ing. Suchart Siengchin  
 Compression Molding  
[suchart.siengchin@ivw.uni-kl.de](mailto:suchart.siengchin@ivw.uni-kl.de)

 Dr. Liubov Sorochynska  
 Tailored Polymers & Compounds  
[liubov.sorochynska@ivw.uni-kl.de](mailto:liubov.sorochynska@ivw.uni-kl.de)

**Z**  Dr. Ga Zhang  
 Tribology  
[ga.zhang@ivw.uni-kl.de](mailto:ga.zhang@ivw.uni-kl.de)



## Technologietransferteam

Die Einsatzgebiete von Verbundwerkstoffen werden immer umfangreicher. Das Institut für Verbundwerkstoffe deckt mit der Bearbeitung seiner Forschungsprojekte die Bandbreite des Grundlagenverständnisses neuer Bauweisen, Materialien und Prozesse bis hin zur Entwicklung neuer industrieller Anwendungen ab. Die effiziente Koordination und Bearbeitung komplexer und multidisziplinärer Forschungsvorhaben ist Aufgabe des Technologietransferteams am IVW.



Das Team setzt sich aus besonders erfahrenen Ingenieuren und Technikern des Instituts zusammen und ermöglicht eine schnelle und effiziente Erarbeitung von Problemlösungen für Auftraggeber aus der Wirtschaft. Die professionelle Organisation und Umsetzung von Projekten mit multidisziplinären Themenfeldern steht hierbei im Vordergrund. Neu gewonnene Erkenntnisse fließen so auf direktem Wege vom IVW zum Industriekunden „vor Ort“. Außerdem werden Vorschläge und Ideen für neue, öffentlich geförderte Vorhaben mit Fokus auf die Industriebedarfe von Morgen erarbeitet. Dazu wird auch eine noch engere Verzahnung des IVW mit der TU Kaiserslautern und den ansässigen Forschungseinrichtungen erfolgen.

Unterstützt werden diese Aktivitäten durch die IVW-Mitarbeiter im Bereich Projektakquisition öffentlicher Forschungsvorhaben sowie den Netzwerkmanager des Kompetenznetzwerks Kunststofftechnologie (Kom-K-Tec).

Teamleiter Dr. Robert Lahr (rechts) und Kom-K-Tec Netzwerkmanager Dr. Dietrich Rodermund

Team leader Dr. Robert Lahr (right) and Kom-K-Tec networking officer Dr. Dietrich Rodermund



**Dr.-Ing. Robert Lahr**  
Manager

**KONTAKT / CONTACT:**

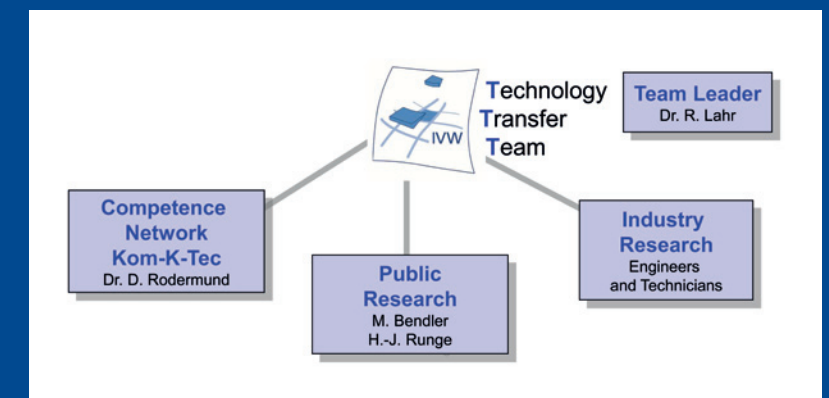
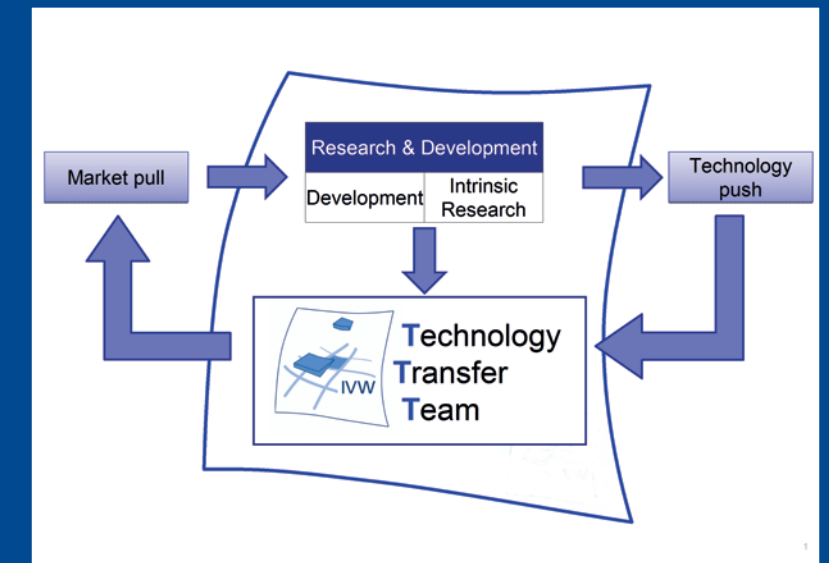
technologietransfer@ivw.uni-kl.de  
☎ +49 (0) 631 2017 448

## Technology Transfer Team

*The area of composite material applications is continuously growing. Research projects of the Institute for Composite Materials address the full range of fundamental understanding of new designs, materials, and processes up to the development of new industrial applications. Efficient coordination and handling of complex and multi-disciplined research projects are functions of IVW's Technology Transfer Team.*

*The team is composed of exceptionally experienced engineers and technicians and enables a fast and efficient development of problem solutions for business clients. Focus will be on the professional organization and implementation of projects with multidisciplinary topics. Thus, findings and knowledge gained are made available to local industrial customers directly by IVW. In addition, proposals and ideas for new, public funded projects with a focus on tomorrow's industrial demands are generated. To accomplish this, the institute will cooperate even more closely with the University of Kaiserslautern and the affiliated research institutes.*

*These activities are supported by IVW staff members working in the area of project acquisition of public funded research projects as well as the network manager of the competence network Kom-K-Tec.*



**Hanns-Joachim Runge**  
Technologietransfer  
internationale Förderprogramme

**KONTAKT / CONTACT:**

technologietransfer@ivw.uni-kl.de  
☎ +49 (0) 631 2017 427



**Matthias Bendler**  
Technologietransfer  
nationale Förderprogramme

**KONTAKT / CONTACT:**

technologietransfer@ivw.uni-kl.de  
☎ +49 (0) 631 2017 339



## Kompetenznetzwerk Kunststoff-Technologie Rheinland-Pfalz „Kom-K-Tec“



Dr.-Ing. Dietrich Rodermund  
im Gespräch mit Dr. Lutz Rumkorf (Ministerium  
für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und  
Kultur des Landes Rheinland-Pfalz)

Dr.-Ing. Dietrich Rodermund  
in discussion with Dr. Lutz Rumkorf



**Dr.-Ing. Dietrich Rodermund**  
Networking Officer

### KONTAKT / CONTACT:

dietrich.rodermund@ivw.uni-kl.de  
☎ +49 (0) 631 2017 249

Seit der Gründung des Netzwerkes im September 2010 zählt Kom-K-Tec aktuell 20 Mitgliedsunternehmen und 23 Kooperationspartner. Im ersten Jahr konzentrierten sich die Aktivitäten auf die Gewinnung von Partnern, die Steigerung der Wahrnehmung des Netzwerkes in der Öffentlichkeit sowie die Initiierung von Kooperationsprojekten. Die erste Veranstaltung des Netzwerkes, das Seminar „Metallsubstitution“, fand im Oktober statt.

### Leistungsspektrum:

**Generieren von Aufträgen und Mehrwert durch Zusammenführen neuer Kunden und Lieferanten**

**Beantwortung industrieller Fragestellungen durch Identifizieren und Vermitteln des optimalen Partners**

**Information über neue Projekte, Kunden und Wettbewerber außerhalb der Landesgrenzen**

**Operative Hilfe im Rahmen von Projektarbeiten für Neuentwicklungen in Instituten**

**Link zu Zukunfts-/Schlüsselthemen unserer Gesellschaft durch öffentlich geförderte Projekte**

**Vermittlung öffentlicher Unterstützungsmöglichkeiten und Zugang zur Förderung industrieller Entwicklungen**

**Steigerung des Bekanntheitsgrades der KMU**

**Ideenschmiede mit Transfer von Neuentwicklungen aus dem Universitäts- und Hochschulbereich in die Wirtschaft**

**Bereitstellung von Fachkompetenz und Expertenwissen**

**Vermittlung von Absolventen und qualifiziertem Personal mit speziellem Know-how**

## Competence Network „Kom-K-Tec“

*Since the establishment of the network in September 2010, Kom-K-Tec currently has 20 member companies and 23 associated partner organisations. In the first year the activities focused on attracting new partners, increasing the recognition of the network in public, as well as the initiation of cooperation projects. The first public event, a seminar entitled “Metallsubstitution”, took place in October.*

### Service Portfolio:

**Generate orders and added value by uniting suppliers with customers**

**Answer complex industrial questions by identifying and introducing the optimal partner**

**Supply information on new projects, customers, and competitors outside of Rhineland-Palatinate**

**Offer operational technical assistance for new developments**

**Create awareness for future issues and key topics of our society**

**Inform about public grants and provide access to the funding of industrial innovations**

**Increase SME name recognition**

**Think tank, transferring new developments from the university sector to the economy**

**Provide professional competence and expert knowledge**

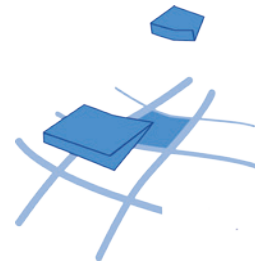
**Place graduates and qualified staff with specific know-how**

### Netzwerkpartner / Partners:

ADETE® - Advanced Engineering & Technologies GmbH,  
AFPT GmbH, Amt für Wirtschaftsförderung,  
Automation Steeg Hoffmeyer GmbH, AVK,  
AWOK TU Kaiserslautern, Bierther GmbH,  
Carbon Composites e. V. (CCeV),  
Celstran GmbH, CFP Carbon Fiber Products GmbH,  
CirComp GmbH,  
Commercial Vehicle Cluster - Nutzfahrzeug GmbH,  
DK-RoS GmbH, Enterprise Europe Network,  
Fachhochschule Kaiserslautern,  
First Composites GmbH,  
Harmia Beratungsgesellschaft mbH,  
IHK Zetis GmbH, Innofaktur.Net,  
Institut für Kunststofftechnik Westpfalz IKW,  
ITWM Fraunhofer Kaiserslautern,  
Jens Schliessmeyer Kunststoffartikel GmbH,  
KALM Befestigungssysteme GmbH,  
KIT Kontaktstelle für Information und Technologie der TU Kaiserslautern,  
Krzepinski Kunststoffberatung,  
KunststoffManagement,  
Kunststoffnetzwerk Rheinland-Pfalz,  
Lehrstuhl für Strömungsmechanik und Strömungsmaschinen SAM TU Kaiserslautern,  
Marine Design, Metall-Cluster KL,  
MS Suchy GmbH, NanoProfile GmbH,  
PFW Aerospace AG,  
Photonik-Zentrum Kaiserslautern e.V.,  
POLY-TOOLS bennewart GmbH,  
SLS Kunststoffverarbeitungs GmbH & Co. KG,  
TAIS Technical Aspects In Sailing GmbH,  
Technologie- und Wissensscouts (Johannes Gutenberg-Universität Mainz),  
TRW Automotive Electronics & Components GmbH,  
Wedig Vertrieb,  
WFK Wirtschaftsförderungsgesellschaft der Stadt Kaiserslautern,  
Wirtschaftsförderung der Stadt Pirmasens,  
Wirtschaftsförderungsgesellschaft Südwestpfalz mbH



## INDUSTRIE



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.

*The IVW cooperates closely with industrial customers from different sectors. Besides classical "mission oriented" research and development work for customers in bilateral joint ventures, the IVW also operates within funded research programs (e.g. BMBF, BMWi, EU). In all projects we attach great importance to a trustful and result-oriented cooperation.*

Industrial Partners  
(Excerpt)

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| <b>REHAU</b><br>Unlimited Polymer Solutions | <b>SAFRAN</b><br>Snecma        |
| eurocopter                                  | <b>VOITH</b>                   |
| <b>BASF</b><br>The Chemical Company         | <b>PEUGEOT</b>                 |
| <b>LANXESS</b>                              | <b>HONDA</b>                   |
| Nano Profile gmbh                           | <b>DAIMLER</b>                 |
| SACHTLEBEN                                  | <b>Ticona</b><br>Celstran GmbH |
| <b>VW</b>                                   | GLEITLAGER                     |
| KOLBENSCHMIDT                               | <b>BOND LAMINATES</b>          |
| Contraves   Space                           |                                |

**GENERAL DYNAMICS** European Land Systems-Germany

**BMW**

**ENSINGER** FRAGEN. DENKEN. LÖSEN.

**BEKAERT**

**Frenzelit**

**FAG**

**AIRBUS**

**RÖCHLING** Engineering Plastics

**SCHIEBEL**

**vossloh** Fastening Systems

**BENTELER**

**Audi** Vorsprung durch Technik

**QUADRANT**

**SNR**

**LUK**

**WILO**

**HT** Honda Trading

**AD-ET** ADVANCED ENGINEERING & TECHNOLOGIES GMBH

**BYK** Additives & Instruments

**LG Hausys**

**KraussMaffei** PEOPLE FOR PLASTICS

**Mercedes-Benz**

**voestalpine**

**STOWE** WOODWARD

**PORSCHE**

**CANYON**

**BOSCH**

**EADS**

**Royal Ten Cate**

**ANDRITZ**

**BAYER** Bayer

**EVONIK** INDUSTRIES

**DU PONT** The miracles of science™

**CirComp**

**BAW**



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.

Die IVW GmbH ist Nukleus und Sitz des Kompetenznetzwerkes Kunststofftechnologie Rheinland-Pfalz.

*IVW is playing an active role in regional, national and international networks, industrial organizations, and scientific associations. Targets are the improvement of technology-transfer of all important future composite technologies, securing training and education to the highest standards, and an optimized cooperation between industrial and scientific partners.*

*IVW is nucleus and registered office of the Kompetenznetzwerk Kunststofftechnologie Rheinland-Palatinat.*

## in Vereinen und Verbänden

### *Memberships in Associations and Federations*

**AVK** Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V., [www.avk-tv.de](http://www.avk-tv.de)

**CCeV** Carbon Composites e.V., [www.carbon-composites.eu](http://www.carbon-composites.eu)

**CVC** Commercial Vehicle Cluster – Nutzfahrzeug GmbH, [www.cv-cluster.com](http://www.cv-cluster.com)

**DGM** Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V., [www.dgm.de](http://www.dgm.de)

**Diemersteiner Kreis**, [www.human-solutions.com](http://www.human-solutions.com)

**European Alliance for SMC/BMC**, [www.smc-alliance.com](http://www.smc-alliance.com)

**Innofaktur.Net** ZIM-Netzwerk, [www.innofaktur.net](http://www.innofaktur.net)

**Kom-K-Tec** Kompetenznetzwerk Kunststoff-Technologie Rheinland-Pfalz, [www.kom-k-tec.de](http://www.kom-k-tec.de)

**Kunststoffe in der Pfalz**, [www.kunststoffmanagement.de](http://www.kunststoffmanagement.de)

**Patentverbund Forschung RLP** Innovations-Management GmbH, [www.patentverbund.de](http://www.patentverbund.de)

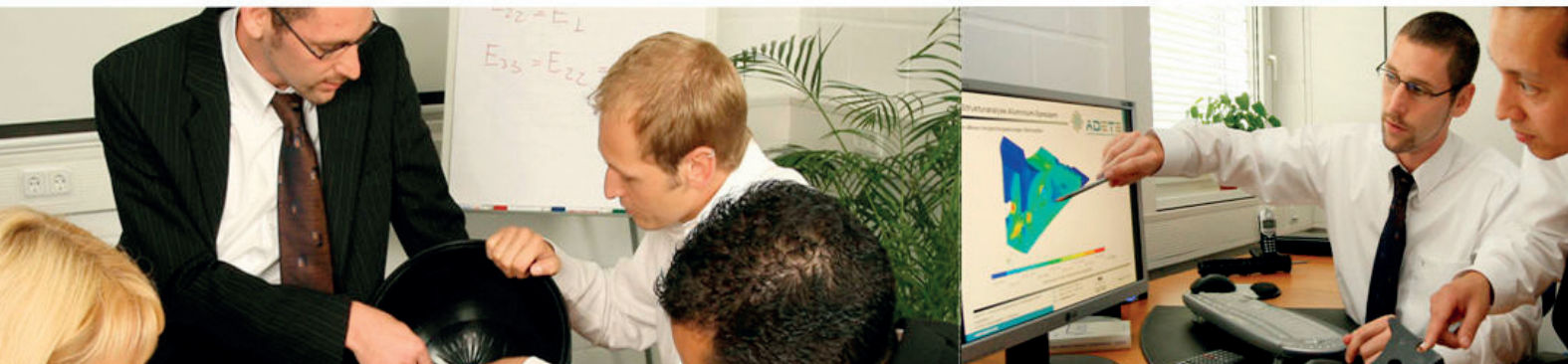
**SAMPE Europe** Society for the Advancement of Material and Process Engineering, [www.sampe-europe.org](http://www.sampe-europe.org)

**Science Alliance** Kaiserslautern e.V., [www.science-alliance.de](http://www.science-alliance.de)

**SUMMIT** Academic Summit Meetings

**VDI** Verein Deutscher Ingenieure e.V., [www.vdi.de](http://www.vdi.de)





ADETE® ist der Spezialist für die ganzheitliche Entwicklung und Umsetzung innovativer Kunststoff- und Faserverbund-Lösungen. Als hoch spezialisierter Entwicklungs-Dienstleister in Sachen Kunststoff-Leichtbau und Metall-Substitution bieten wir ein einzigartiges Leistungsspektrum. Werkstofflich im Ganzen konzentriert auf Kunststoffe, anwendungsseitig in nahezu allen Industriebereichen zu Hause.

*ADETE® is the specialist for an integral development and the realization of innovative plastics and composites solutions. As an engineering company highly specialized in plastic lightweight design and metal substitution we offer unique business activities: on the material side fully concentrated on plastics, on the application side experienced in almost any industrial sector.*

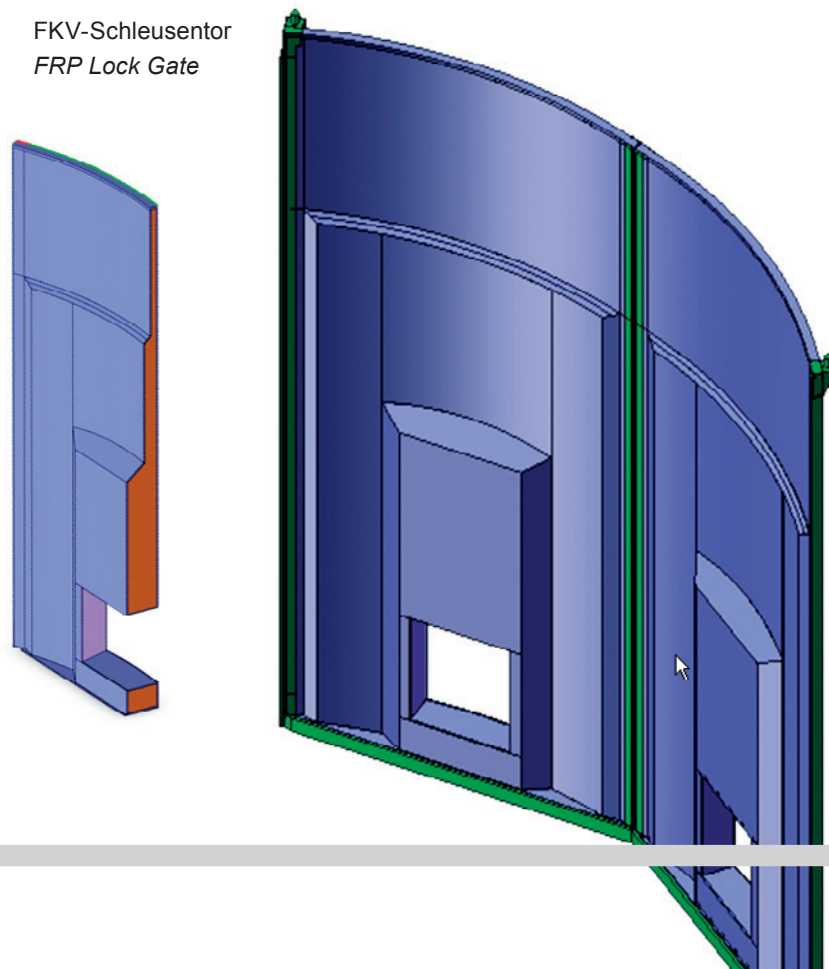
www.adete.com



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

**KONTAKT / CONTACT:**  
ADETE - Advanced Engineering  
& Technologies GmbH  
Opelstraße 1a  
67661 Kaiserslautern

FKV-Schleusentor  
FRP Lock Gate



**Nano|Profile gmbh**

Die NanoProfile GmbH ist auf norm- und anwendungsgerechte Reibungs- und Verschleißmessungen spezialisiert. Hierzu zählen z.B. die Messung von Losbrechmomenten, die Verschleißkartierung, fett-, öl- und wassergeschmierte Messungen sowie die Bestimmung der tribologischen Anisotropie fasergefüllter Werkstoffe. Ergänzend hierzu werden eine technische Beratung für tribologisch beanspruchte Kunststoffe sowie tribologische Prüfstände angeboten.

*NanoProfile GmbH is specialized in standard compliant and customized friction and wear tests. Amongst other things, static friction, oil-, grease- and water-lubricated friction and wear, wear maps as well as the tribological anisotropy of fibrous composites can be determined. Additionally, tribological consulting on selecting and designing polymeric composites as well as standard compliant and customized tribometers are offered.*



**Dipl.-Chem. Andreas Gebhard**  
Geschäftsführer  
Chief Executive Officer

**KONTAKT / CONTACT:**  
NanoProfile GmbH  
Trippstadter Str. 110  
67663 Kaiserslautern

www.nanoprofile.de



www.circomp.de



Upper-Deck Zug - Druckstangen für den Airbus  
Upper Deck Strut for Airbus A380

## CirComp

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

*CirComp GmbH is specialized in the manufacturing of components from composite materials in filament winding technology. By specific combination of different fibers and matrix materials and the use of special reinforcement architectures the products become tailor-made components of composite materials for different applications and requirements. CirComp GmbH is a guarantor for the reliable supply of high quality products. The outstanding quality of our products and an ideal quality management system are basic conditions for this success.*



Dr. Ralph Funck  
Geschäftsführer  
Chief Executive Officer

**KONTAKT / CONTACT:**  
CirComp GmbH  
Marie-Curie-Str. 11  
67661 Kaiserslautern



## Ticona

Celstran GmbH

Ticona, das Geschäft mit technischen Kunststoffen der Celanese Corporation, produziert und vertreibt ein breites Spektrum an technischen Kunststoffen und erzielte im Geschäftsjahr 2010 einen Umsatz von 1,109 Milliarden US-Dollar. Das Unternehmen hat weltweit rund 1.450 Mitarbeiter und betreibt Produktions- und Kompoundierungsanlagen sowie Forschungseinrichtungen an Standorten in Deutschland, den USA, Brasilien und China. Weitere Informationen finden Sie unter [www.ticona.com](http://www.ticona.com).

*Ticona, the technical polymers business of the Celanese Corporation, produces and markets a broad range of engineering polymers and generated sales of \$1.109 billions in the 2010 business year. The company has approximately 1,450 employees worldwide and operates production, compounding and research facilities in the USA, Germany, Brazil, and China. For further information please visit [www.ticona.com](http://www.ticona.com).*

**KONTAKT / CONTACT:**  
Ticona GmbH  
Am Unisys-Park 1  
65843 Sulzbach (Taunus)

Die FACT GmbH, eine institutsunterstützte Unternehmensgründung von Herrn Dr.-Ing. Tapio Harmia, wurde im Jahr 2010 von Celstran übernommen.



Ansicht des Verwaltungsgebäudes in Sulzbach am Taunus  
View of the administration building at Sulzbach / Taunus

www.ticona.com



www.automation-gmbh.com



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

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

Die Automation Steeg und Hoffmeyer GmbH wurde 1972 mit dem Ziel gegründet industrielle Wertschöpfungsketten zu automatisieren. Fast 40 Jahre hat das Unternehmen als zuverlässiger und kompetenter Partner halb- und vollautomatische Maschinen für die Hohlglas- und Pharmaindustrie produziert und nicht wenige dieser Anlagen sind heute noch in Betrieb. Seit 2010 entsteht das neue Geschäftsfeld der Faser-Kunststoff-Verbunde. Die alte Zielrichtung und Kernkompetenzen in der Automatisierungstechnologie bleiben erhalten. Wir liefern individuell angepasste Systemlösungen und bauen Sondermaschinen für die automatisierte und qualitätssichere Fertigung von Faser-Kunststoff-Verbunden!

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



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



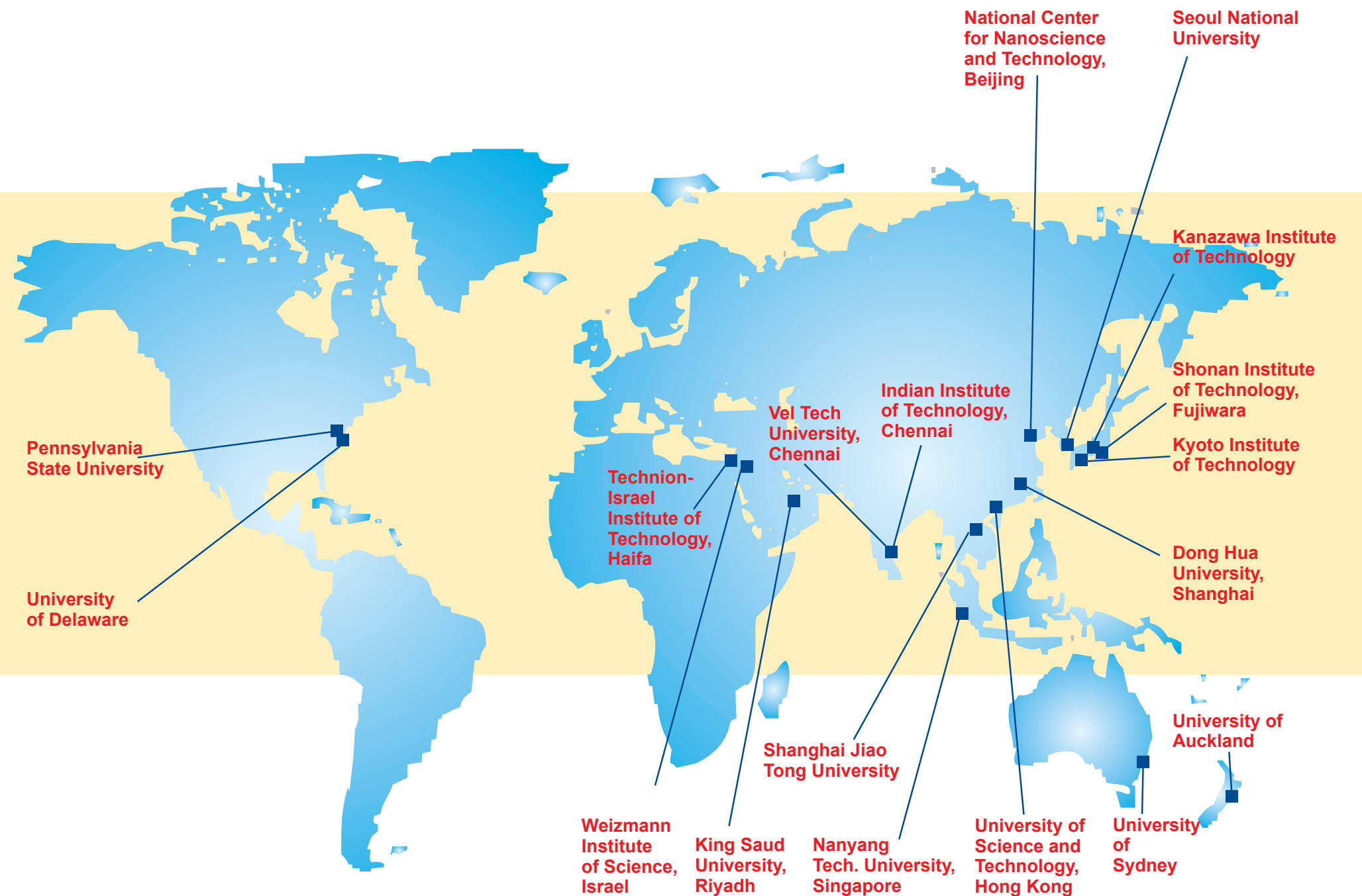


Wir verfügen über ein weltweites Netzwerk renommierter Einrichtungen. Durch die Zusammenarbeit in internationalen Projekten, den personellen Austausch von Spitzenkräften und unsere Präsenz „vor Ort“ verfügen wir somit über das weltweit jeweils aktuellste „know-how“ auf dem Gebiet der Composites. Mit den Universitäten Shonan Institute of Technology, Fujisawa (Japan), Pennsylvania State University (USA), University of Sydney (Australia), 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, through exchange of world-class experts and through our presence “on site” 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 the IVW, University of Kaiserslautern (Germany). Scientists of these institutions meet regularly to discuss composite developments.*

**Außereuropäisch**  
**Non-European**







Das IVW arbeitet eng mit der Technischen Universität Kaiserslautern und ihren Fachbereichen zusammen. Die Professoren des IVW sind Mitglieder des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik und an der Lehre und Ausbildung der Universität

beteiligt. In mehreren Forschungs- und Industrievorhaben besteht insbesondere eine enge Zusammenarbeit mit Lehrstühlen des Maschinenbaus, der Physik und der Chemie. Dies sichert eine optimale gegenseitige Verfügbarkeit von Expertenwissen.

In der „Science Alliance“ kooperiert das IVW mit der TU Kaiserslautern, dem Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik IFOS, dem Max-Planck-Institut für Software Systeme, dem Institut für Technologie und Arbeit, dem Institut für Biologie und Wirkstoff-Forschung IBWF, dem Deutschen Zentrum für künstliche Intelligenz DFKI, dem Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM sowie dem Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE.

In der Bewerbung der Technischen Universität um das Exzellenzvorhaben „CASE“ bildet das IVW mit seinen anwendungsnahen Forschungsmöglichkeiten und Industriekontakten die Brücke zwischen neuen Grundlagenerkenntnissen auf dem Gebiet der physikalischen Wechselwirkungen von Elektromagnetismus und Materie und möglichen vorteilhaften technischen Anwendungen von Composites.

The IVW works closely together with the University of Kaiserslautern and its faculties. IVW professors are members of the faculty of mechanical engineering and involved in the education of students. Research cooperation programs are also in place with university institutions of the faculties of physics and chemistry. This ensures an optimized mutual availability of expert knowledge.

Within the “Science Alliance” the IVW cooperates with the University of Kaiserslautern, the Institute for Surface and Thin Film Analysis IFOS, the Max-Planck-Institute for Software Systems, the Institute for Biotechnology and Drug Research IBWF, the Research Institute for Technology and Work, the German Research Center for Artificial Intelligence DFKI, the Fraunhofer Institute for Industrial Mathematics ITWM and the Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering IESE.

The present application of the University of Kaiserslautern as “University of Excellence”, a title to be given by the German Government, is supported within “CASE”. In this new research project fundamental interdependencies of electromagnetism and matter will be investigated, and possible composite applications will be developed in joint research teams of University and IVW staff members.






**CASE** Advanced Spin Engineering  
Cluster of Excellence

spintronics spin transport spin analytics  
spin control spin materials spin functionality  
spin models spin dynamics

## Spin Engineering\*: Quantenphysik für alle!


### Spin Engineering ... ... macht heute schon

-  Autos sicher
-  medizinische Diagnostik leistungsfähig
-  Chemie umweltfreundlich

### ... wird morgen

-  Spintronik-Computer möglich

-  Displayfolien schaltbar
-  Flugzeuge leichter und stabiler

-  und Vieles mehr möglich
- ### ... machen



**CASE** Advanced Spin Engineering  
Cluster of Excellence

\* Der Spin ist eine fundamentale Eigenschaft von Atomen, die sowohl die atomare Wechselwirkung und damit die Chemie vieler Stoffe bestimmt, wie auch als kollektives Phänomen die Grundlage für das Auftreten von Magnetismus bildet. Der GMR-Effekt (Riesenmagnetowiderstand, Physik-Nobelpreis 2007 für A. Fert und P. Grünberg) ist ein bekannter, wirtschaftlich bedeutender Erfolg von Spin Engineering.



**Wintersemester**

|  | <b>SWh 18</b> |
|--|---------------|
| Berechnung und Konstruktion von Verbundwerkstoffen<br>Maier      | 2             |
| Leichtbau<br>Maier   | 4             |
| Verbundwerkstoffe / Energieabsorption<br>Nohr (Daimler AG)       | 2             |
| Fügeverfahren für Verbundwerkstoffe<br>Geiß/Mitschang            | 2             |
| Konstruieren in Kunststoffen<br>Endemann (BASF AG)               | 2             |
| Flugzeugbau mit Verbundwerkstoffen<br>Breuer                     | 2             |
| Labor Werkstofftechnik<br>Eifler/Schlarb/Geiß/Mitschang/Burkhart | 2             |
| Sonderlabor Verbundwerkstoffe<br>Mitschang                       | 2             |

**Sommersemester**

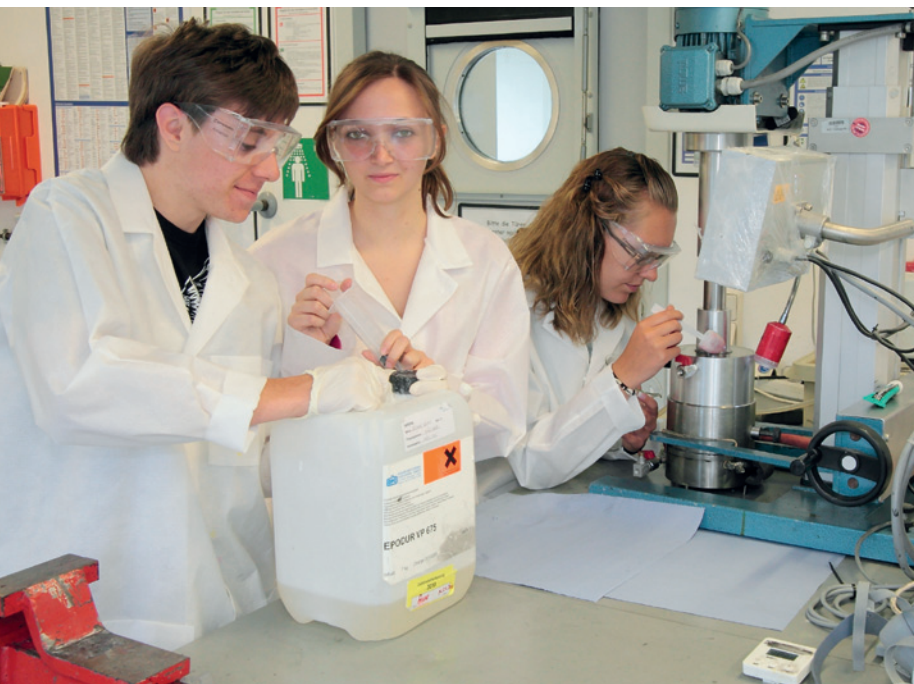
|   | <b>SWh 9</b> |
|---|--------------|
| Prozesstechnik der Verbundwerkstoffe<br>Mitschang | 2            |
| Verbundwerkstoffbauweisen<br>Himmel               | 2            |
| Werkstoff- und Prozesssimulation<br>Maier         | 2            |
| Labor Verbundwerkstoffe<br>Schlarb/Mitschang      | 3            |

Das Institut war 2011 über die Professoren Dr.-Ing. Ulf Breuer, Dr.-Ing. Martin Maier und Dr.-Ing. Peter Mitschang sowie Privatdozent Dr.-Ing. habil. Norbert Himmel, ergänzt durch Lehrbeauftragte aus der In-

dustrie, 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 27 Semesterwochenstunden Vorlesung und Labore angeboten.

Studierende der TU und FH Kaiserslautern konnten durch die Bearbeitung von Studien- und Diplomarbeiten einen Einblick in einen modernen Forschungsbetrieb und aktuelle, zukunftssträngige Forschungsthemen gewinnen. 2011 wurden 32 Studien- und Diplomarbeiten, 1 Bachelorarbeit sowie 4 Promotionsverfahren abgeschlossen.

Kolloquien, Technologietransfer und Praktika vervollständigten das Angebot in der Lehre.



*In 2011 the institute was integrated into the curriculum of the University of Kaiserslautern by professors Dr.-Ing. Ulf Breuer, Dr.-Ing. Martin Maier, and Dr.-Ing. Peter Mitschang as well as Privatdozent Dr.-Ing. habil. Norbert Himmel, complemented by lecturers from industry. In*

*close collaboration with the department of mechanical and process engineering the institute offered 27 hours of lectures and laboratories a week in the summer and winter semesters.*

*Students of the University of Kaiserslautern and University of Applied Sciences Kaiserslautern gained insight into a modern research institute and current, promising research subjects by carrying out student research projects and degree theses. 32 student research projects and diploma theses, 1 bachelor thesis and 4 doctorates were completed in 2011.*

*Colloquia, technology transfer and internships completed IVW's offer in teaching and research.*







## Patente

### Patents

Das Patentportfolio der IVW GmbH umfasst derzeit 17 erteilte Patente. 13 Erfindungsmeldungen im Jahre 2011 unterstreichen erneut das hohe Innovationspotenzial unserer Mitarbeiter. Des Weiteren wurde eine Wortmarke angemeldet und geschützt.

- **DE000010004146C2**  
Anordnung zur Vermessung der Ausbreitung eines Matrixmaterials in elektrisch leitfähigen Verstärkungsstrukturen  
Daniel, Patrick; Kissinger, Christian; Röder, Gunther
- **DE10005202B4**  
Verfahren und Vorrichtung zur kontinuierlichen bauteil- und prozessorientierten Herstellung von Verstärkungsstruktur-Halbzeugen für Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffe  
Weimer, Christian; Wöginger, Andreas
- **DE10306345B4**  
Verfahren zur Herstellung eines rotations-symmetrischen faserverstärkten Vorformlings  
Brogdon, Steven; Lichtner, Jens; Weick, Torsten; Weimer, Christian
- **DE102006005104B3**  
Verfahren zur Überwachung eines Bauteils aus einem Kunststoffmaterial  
Molnár, Péter; Ogale, Amol; Mitschang, Peter
- **DE102008009540B3**  
Vorrichtung zum Umformen eines Werkstückes aus einem thermoplastischen Werkstoff  
Velthuis, Rudi
- **DE000010012378C2**  
Verfahren zur Anhaftung von faserverstärkten Thermoplastbändern auf einer Werkzeugplattform  
Korn, Jochen; Lichtner, Jens; Beresheim, Guido
- **DE102005018477B4**  
Garn mit mineralischen Fasern  
Molnár, Peter
- **DE102005018478B4**  
Vorrichtung zum Induktionsschweißen von Kunststoffteilen  
Velthuis, Rudi; Collet, Christoph
- **DE000010129514B4**  
Verfahren zur Anhaftung von Thermoplastbändchen auf einer Werkzeugplattform  
Korn, Jochen; Beresheim, Guido; Lichtner, Jens

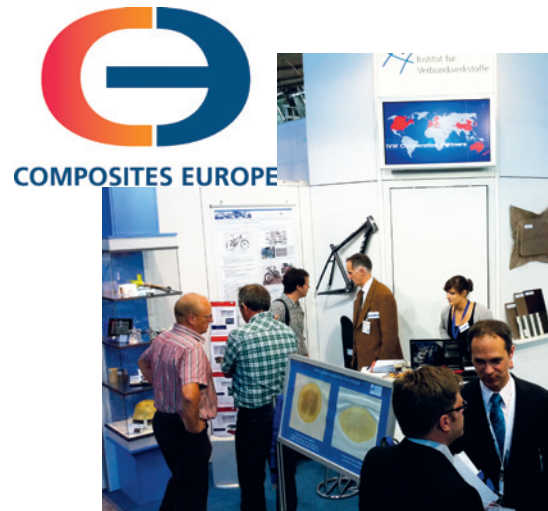
*IVW's current patent portfolio comprises 17 granted patents. In 2011 thirteen invention reports were submitted. This underlines the high innovative potential of our staff. Furthermore, one word mark has been registered and protected.*

- **DE000019734417C1**  
Verfahren zum Herstellen von Prepregs  
Mayer, Christoph; Stadtfeld, Hubert
- **DE000019932842B4**  
Kohlenstofffasernähgarn für Faser-Kunststoff-Verbund-Bauteile  
Weimer, Christian
- **DE000019834772C2**  
Faser-Kunststoff-Verbund-Bauteile mit Inserts  
Mitschang, Peter
- **DE000010237803B4**  
Verbundwerkstoff aus Polypropylenverstärkung und Polypropylenmatrix sowie verschiedene Verfahren zu dessen Herstellung  
Karger-Kocsis, József
- **DE000019944164C2**  
Herstellung von mehreren Bauteilen aus kontinuierlich faserverstärkten Kunststoffplatinen in Formnestern  
Nowacki, Jan
- **DE000010146323B4**  
Verfahren zur rechnergesteuerten Bestimmung von Verlaufsdaten einer Fließfront und Vorrichtung dazu  
Stöven, Timo
- **DE000010156875B4**  
Dreidimensionale Verstärkungsstruktur für Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffe und Verfahren zu deren Herstellung aus einer ebenen Struktur  
Weimer, Christian; Wöginger, Andreas
- **DE000010354723B4**  
Stoßfängerquerträger für ein Fahrzeug  
Pfaff, Thomas; Schmitt, Uwe





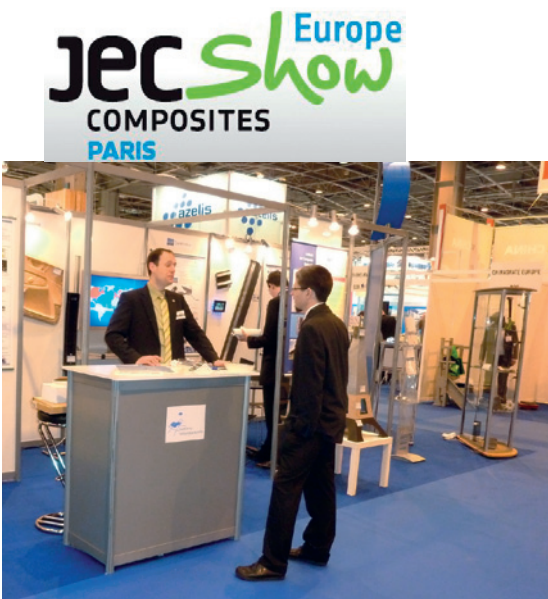
**COMPOSITES EUROPE, Stuttgart**



Vom 27. bis 29. September 2011 präsentierte sich das IVW auf der COMPOSITES EUROPE in Stuttgart. Seit der Erstveranstaltung im Jahr 2006 hat sich die Zahl der Aussteller bei dieser Messe verdoppelt, die Standfläche verdreifacht und die Zahl der Besucher mehr als verdoppelt. Diese Messe ist inzwischen die international wichtigste Fachmesse für Verbundwerkstoffe in Deutschland. Die Forschungsarbeiten des IVW wurden am Messestand anhand anschaulicher Exponate und Poster vorgestellt.

*From September 27 to 29, 2011 the IVW participated in the trade fair COMPOSITES EUROPE in Stuttgart. Since its launch in 2006 the number of exhibitors doubled, the booth space tripled and the number of visitors more than doubled. COMPOSITES EUROPE now is the internationally most important trade fair for composites in Germany. The institute's research projects were presented by means of exhibits and posters.*

**JEC, Paris**



Die JEC fand vom 29. bis 31. März im Parc des Expositions in Paris statt (1.122 Firmen und 29.867 Besucher). Das IVW präsentierte sich als Aussteller mit einem eigenen Messestand. Blickfänger war vor allem ein Eiffelturm aus verschiedenen faserverstärkten Kunststoffen. Exponate, Poster, Videos und Präsentationen zeigten den interessierten Kunden die vielfältigen Möglichkeiten des IVW. Es konnten zahlreiche Kontakte gepflegt und neue geknüpft werden, womit die Messe ein voller Erfolg war. Die Standbesucher kamen überwiegend aus Europa, allerdings waren auch Besucher aus Übersee und Fernost vertreten, wodurch die weltweite Bedeutung der JEC und der Teilnahme des IVW deutlich wird.

*JEC was held at the Parc des Expositions in Paris from March 29 to 31 (1,122 companies and 29,867 visitors). The institute participated in the show as exhibiting company with an own stand. Eye catcher was an Eiffel tower made from different fiber reinforced plastics. Exhibits, posters, videos, and presentations demonstrated the manifold diverse possibilities of the IVW. Numerous existing contacts were cultivated and new ones established. Consequently, JEC was a great success. Visitors at the IVW booth came primarily from European countries, though visitors from overseas and Far East were also present. This illustrates the global significance of the JEC show and the importance of IVW's participation.*

**VDI-Kunststoffe im Automobilbau, Mannheim**



Die VDI-Fachtagung wurde am 6. und 7. April in Mannheim veranstaltet und war mit 1.300 Teilnehmern und 80 Ausstellern sehr gut besucht. Das Institut war zum ersten Mal mit einem Stand auf dieser Tagung vertreten und wurde als einzige anwesende Forschungseinrichtung auch sehr gut wahrgenommen. Durchgängig waren Entscheidungsträger aus der Wirtschaft am Stand anwesend und zeigten sich an weiterer Zusammenarbeit mit dem IVW interessiert. Zusammenfassend ist diese Veranstaltung ideal für Industriekontakte im Bereich Automotive.

*On 6 and 7 April the VDI conference was held in Mannheim, highly frequented with 1,300 visitors and 80 exhibitors. For the first time the institute participated with a booth and was well perceived as the only present research institution. Many of industry's decision makers visited the booth and expressed their interest in working with the institute. In summary, this conference is ideal to establish business contacts in the area of automotive.*

**bonding und Treffpunkt 2011, Kaiserslautern**



Am 18. und 19. Januar fand die 12. „bonding“ Firmenkontaktmesse an der TU Kaiserslautern statt, bei der sich das IVW am zweiten Messetag mit einem Stand vorstellte. Am 8. Juni wurde die Treffpunkt Messe in Kaiserslautern durchgeführt. Zahlreiche Studierende verschiedener Fachrichtungen und Fachsemester informierten sich über das Institut im Allgemeinen, die angebotenen Studien- und Diplomarbeiten, Hiwi- und Praktikantenstellen sowie die ausgeschriebenen Stellen für wissenschaftliche Mitarbeiter.

*On January 18 and 19 the 12th bonding recruitment fair took place at the University of Kaiserslautern. IVW participated with an own stand on the second day. On June 8 the Treffpunkt fair was carried out in Kaiserslautern. Numerous students from different departments and different semesters gathered information about the IVW in general, the prospects of student research projects or diploma theses as well as vacancies for research assistants, interns or researchers at the institute.*



# JANUAR 2011

## „Academic Summit“

Die „Academic Summit“ Universitäten (Shonan Institute of Technology, Japan; Pennsylvania State University, USA; University of Sydney, Australien; Seoul National University, Korea; Shanghai Jiao Tong University, China; Technische Universität Kaiserslautern) arbeiten auf dem Gebiet der Advanced Materials bereits seit 1997 in Form von gemeinsamen Projekten und dem Austausch von Wissenschaftlern zusammen. Jährlich wird eine gemeinsame Konferenz abgehalten, um Ergebnisse zu präsentieren und neue mögliche internationale Projekte zu vereinbaren. Die diesjährige Konferenz fand vom 19.-20.1.2011 in Sydney, Australien statt. Das IVW beteiligte sich an der Konferenz mit zwei Beiträgen: „Airframe Structure Technology – Quo Vadis?“ (Prof. Ulf Breuer), „Polymer Composites in Tribo-Applications: Elongated Maintenance Intervals and Reduced Energy Consumption“ (Prof. Klaus Friedrich).



## „Academic Summit“

Since 1997 the "Academic Summit" universities (Shonan Institute of Technology, Japan; Pennsylvania State University, USA; University of Sydney, Australia; Seoul National University, Korea; Shanghai Jiao Tong University, China; University of Kaiserslautern) collaborate in the area of advanced materials by means of joint projects and exchange of scientists. An annual conference is held to present results and arrange potential new international projects. This year's conference took place on January 19 and 20, 2011 in Sydney, Australia. IVW participated in the conference with two talks: "Airframe Structure Technology - Quo Vadis?" (Prof. Ulf Breuer) and "Polymer Composites in Tribo-Applications: Elongated Maintenance Intervals and Reduced Energy Consumption" (Prof. Klaus Friedrich).

## Neue Aufsichtsratsvorsitzende besucht IVW



Gäste einen guten Eindruck von den laufenden Entwicklungsarbeiten.

Am 28. Januar 2011 war die neue Aufsichtsratsvorsitzende, Frau Inga Schäfer, in Begleitung von Herrn Dr. Frank-Dieter Kuchta (beide „Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur“, Mainz) erstmals in unserem Institut zu Besuch. Bei einem Rundgang durch die Laboratorien sowie bei Gesprächen mit vielen Mitarbeitern gewannen unsere

On January 2011, the new Chairwoman of the Supervisory Board, Ms. Inga Schäfer, together with Dr. Frank-Dieter Kuchta (both from the "Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur", Mainz) visited our institute for the first time. Touring the laboratories and holding conversations with many staff members our guests gained a good impression of the ongoing development work.



## New Chairwoman of the Supervisory Board Visits IVW



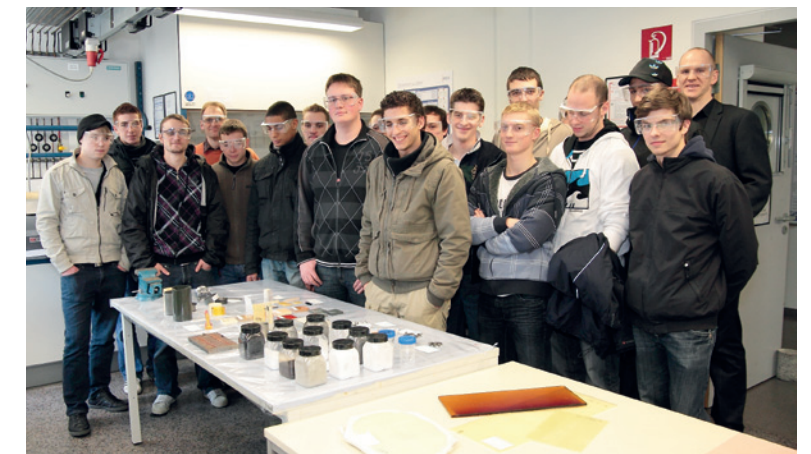
# MÄRZ 2011

Am 1. März war Herr Dr. Voß von der Berufsbildenden Schule Speyer mit angehenden Leichtflugzeugbauern und Fluggerätemechanikern am IVW zu Besuch. Herr Dr. Voß besucht mit seiner Klasse seit einigen Jahren regelmäßig das IVW. Die sehr interessierten Schüler erhielten in einem Vortrag einen Einblick in die Welt der Verbundwerkstoffe, der anschließend bei einer ausführlichen Führung durch das Institut vertieft wurde.

## Besuch der BBS Speyer

On March 1, Dr. Voß of the Vocational School Speyer visited the IVW with future lightweight-aircraft-constructors and aircraft mechanics. Over the past years Dr. Voß and his students have visited the institute on a regular basis. The students showed great interest and gained an impression of the "world of composites" by an in-house presentation, followed by a detailed guided tour of the IVW.

## Visit of the Vocational School Speyer





MAI  
2011

„Nacht, die Wissen schafft“

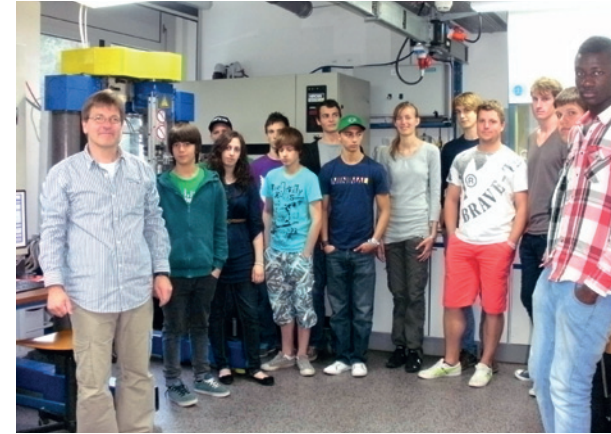
Am 20. Mai 2011 fand in Kaiserslautern zum 2. Mal die „Nacht, die Wissen schafft“ statt. An diesem Abend präsentierte sich der Wissenschaftsstandort Kaiserslautern auf dem Gelände der TU Kaiserslautern und dem PRE Uni-Park. Außer dem IVW waren auch das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE, das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM, das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz DFKI (GmbH) und das Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik IFOS (GmbH) sowie Technische Universität und Fachhochschule Kaiserslautern vertreten. Auf die BesucherInnen warteten interessante Vorträge, Führungen, Experimente und Workshops. Das Institut präsentierte sich im Gebäude 42 mit der Ausstellung diverser High-Tech-CFK-Bauteile. Spaß hatten die Gäste des über den ganzen Abend gut besuchten Standes vor allen Dingen beim Zielwerfen mit Frisbees aus verschiedenen faserverstärkten Materialien. In vielen Gesprächen konnte Wissenswertes zum Institut und unserer Arbeit vermittelt werden. Die „Nacht, die Wissen schafft“ erwies sich zum wiederholten Mal als hervorragendes Instrument, um Menschen aus der Region das Potenzial des Wissenschaftsstandorts Kaiserslautern zu vermitteln.

„Nacht, die Wissen schafft“

*The second “Nacht, die Wissen schafft” took place in Kaiserslautern on May 20, 2011. That evening, the science location Kaiserslautern presented its competencies on the premises of the university campus and the Uni-Pre-Park. In addition to IVW, Fraunhofer IESE, Fraunhofer ITWM, DFKI, IFOS, the University of Kaiserslautern and the University for Applied Sciences Kaiserslautern were represented. Interesting lectures, guided tours, experiments, and workshops were waiting for the visitors. The institute presented different high-tec-CFRP-structures in building 42. The guests of the much frequented IVW booth in particular enjoyed throwing frisbees made of various fiber reinforced materials. In numerous conversations IVW staff provided information about the institute and our work. In summary, the “Nacht, die Wissen schafft” again was an excellent tool to convey the potential of the science location Kaiserslautern to people living in the region.*



JUNI  
2011



Technotag

Auch in 2011 präsentierte sich das IVW mit einem Workshop beim Technotag der TU Kaiserslautern am 1. Juni und machte so bei potentiellen Nachwuchsakademikern auf sich aufmerksam. Drei Schülergruppen der

Jahrgangsstufen 10 bis 13 besuchten an diesem Tag das Institut. Nach einem kurzen Übersichtsvortrag über Verbundwerkstoffe, das IVW und mögliche Zukunftsperspektiven konnten sich die SchülerInnen bei einer Führung durch unser Haus das Duroplast-Mischlabor, das Tribologielabor und den Crashprüfstand näher anschauen und erklären lassen.

*In 2011 again the IVW participated with a workshop in the “Technotag” on June 1 at the University of Kaiserslautern and thereby attracted the attention of potential young academics. Three groups of students from grades 10 to 13 visited the institute. After a short presentation including an overview of composites, the IVW, and possible perspectives, a guided tour of the laboratory for processing of thermosets, the tribology laboratory, and the crash test rig followed.*

Technotag

Alumni-Treffen

Am 17. Juni 2011 fand das alljährliche Alumni-Treffen statt. In diesem Jahr war neben der üblichen Vortragsreihe auch zur Teilnahme an der Neuauflage des legendären IVW-Triathlons geladen.

Herr Prof. Ulf Breuer eröffnete die Veranstaltung mit einem kurzen Überblick über die Aktivitäten des Institutes im vergangenen Jahr. Anschließend folgten Projektberichte aus den Abteilungen wie Ergebnisse zur Auslegung eines Greifersystems für Bogendruckmaschinen, die Vorstellung des neuen Arbeitsgebietes „Smart Materials“, das sich im Aufbau befindet, sowie neueste Entwicklungen auf dem Gebiet der 2D-Permeabilitätsmesstechnik. Aus dem Kreis der Alumni stellte Herr Dipl.-Chem. Andreas Gebhard seine Firma NanoProfile GmbH vor, die durch Herrn Dr.-Ing. Frank Hauptert als IVW-Spin-off gegründet und zwischenzeitlich von Herrn Gebhard übernommen wurde. Zum sportlichen Teil, der Neuauflage des letztmalig 1995 ausgetragenen IVW-Triathlons, Mountainbike-Sprint, Segway-Geschicklichkeitsübung und





Waldlauf, hatten sich 26 sportbegeisterte ehemalige und aktuelle IVWler angemeldet. Das Treffen endete mit einem gemütlichen Grillfest. Zu vorgerückter Stunde berichtete Herr Dr.-Ing. Markus Steeg über aktuelle Entwicklungen im Segelsport und seine neue Firma „Technical Aspects in Sailing“ (TAiS). Er brachte auch seine „Motte“ mit, ein Segelboot der Rennsportklasse, das mit einem Gewicht von ca. 35 kg einiges an Leichtbauqualitäten aufzuweisen hat.



### Alumni Reunion

On June 17, 2011, the annual IVW alumni reunion was held. In addition to the usual course of lectures, the revival of the IVW triathlon was scheduled. Prof. Ulf Breuer opened the event with a short overview of IVW's activities within the last 12 months, followed by project reports from the departments, e.g. results on the design of grippers for sheet fed presses, the introduction of „smart materials“, a new field of activity under development, as well as latest developments in the area of 2D permeability recording. Representing the alumni, Dipl.-Chem. Andreas Gebhard presented his company NanoProfile GmbH, originally founded by Dr.-Ing. Frank Hauptert as IVW spin-off, later taken over by Dipl.-Chem. Andreas Gebhard. For the sportive part, the revival of the IVW triathlon, mountainbike sprint, Segway skill test, and cross country running (last held in 1995), 26 former and current IVW staff members, who are enjoying sports, had registered. The reunion ended with a BBQ. Late in the evening, Dr.-Ing. Markus Steeg reported on new developments in sailing and introduced his recently founded company „Technical Aspects in Sailing“ (TAiS). He also presented the „moth“, a dinghy of the racing class, which exhibits extreme lightweight construction qualities with a total weight of only 35 kg.



JULI  
2011

Am 7. Juli 2011 fand die Veranstaltung „Composite in Automobilanwendungen“ im Rahmen der vom IMO Institut Mainz organisierten Reihe „Science Meets Business“ am IVW statt. Herr Ralf Titze, Geschäftsführer der Rhein Composite GmbH in Sinzig, hielt einen sehr interessanten Vortrag über die Anwendungen von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) in Sonderfahrzeugen. Das Institut präsentierte einen Übersichtsvortrag zu Kompositen im Einsatzbereich „Automotive“. In der anschließenden Diskussion mit den Teilnehmern wurden weitere konkrete Schritte vereinbart.

### Science Meets Business

On July 7, 2011 "Composites in Automotive Applications", an event within the program "Science Meets Business" organized by the IMO institute, Mainz, was held at the IVW. Ralf Titze, Managing Director of Rhein Composite GmbH, Sinzig, gave a very interesting presentation on the application of FRP in special-purpose vehicles. The institute presented an overview on composite applications in the "automotive" sector. In the subsequent discussion concrete actions were agreed.

### Science Meets Business

Im Rahmen der Vorlesung „Prozesstechnik der Verbundwerkstoffe“ führte das IVW vom 19. bis 21. Juli 2011 eine Exkursion mit 31 Teilnehmern zu Unternehmen der Verbundwerkstoffbranche durch. Insgesamt vier Unternehmen wurden besichtigt: Astrium GmbH, Xperion GmbH, ACE GmbH (Advanced Composites Engineering & Manufacturing) und Polytec Composites GmbH & Co. KG. In jedem der Unternehmen fand ein Rundgang statt, um die vermittelten Theorien (sowohl aus der Vorlesung als auch aus den Unternehmenspräsentationen) live zu erleben. Der Satellitenbereich der Astrium GmbH beeindruckte durch die Anforderungen an das Material und den Verarbeitungsprozess hinsichtlich Steifigkeit und Genauigkeit. Die Xperion GmbH zeigte sowohl den Satellitenbau (für Astrium) als auch die Serienfertigung von Verbundwerkstoffbauteilen für die Luftfahrt. Bei ACE GmbH konnte die Herstellung von Verbundwerkstoffbauteilen für die Luftfahrtindustrie (Fensterahmen A350 XWB) und Karosserieteilen für Lamborghini und Audi (z.B. Heckdeckel) besichtigt werden. Die beiden Polytec-Werke verbinden sowohl die Materialherstellung (Ausgangsmaterial SMC) als auch die Weiterverarbeitung des Werkstoffes zu Bauteilen für die Automobilindustrie (inkl. Nutz- und Landwirtschaftsfahrzeuge). Den Studenten wurden während der dreitägigen Exkursion tiefe Einblicke in den aktuellen Stand der Fertigungstechnologie im Bereich der Faserkunststoffverbunde vermittelt.

### Exkursion „Prozesstechnik der Verbundwerkstoffe“



**Field Trip "Prozesstechnik der Verbundwerkstoffe"**

The annual field trip of the IVW in the framework of the lecture "Prozesstechnik der Verbundwerkstoffe" took place from July 19 to 21, 2011 with a total of 31 participants. Four companies were visited: Astrium GmbH, Xperion GmbH, ACE GmbH (Advanced Composites Manufacturing & Engineering), and Polytec Composites GmbH & Co. KG. In each of the companies a tour was offered providing the combination of theories (from the lecture as well as from the company presentations) and real manufacturing processes. The satellite area of Astrium GmbH impressed the visitors by its requirements on the material and the manufacturing process in regard to stiffness and accuracy. Xperion GmbH showed the satellite production (for Astrium) and the mass production of composite components for the aerospace industry (window frame for the A350 XWB) as well as body parts for Audi and Lamborghini (e.g. tailgates) were seen at ACE GmbH. Both of the Polytec companies combine material production (raw material SMC) and further processing of the material to components for the automotive industry (including commercial and agricultural vehicles). The students gained profound insight into the current status of manufacturing technology in the area of fiber reinforced polymer composites.



## September 2011

**Schülerinnentag**

Der Schülerinnentag fand am 29. September 2011 an der Universität Kaiserslautern statt. Ein Ziel dieser Veranstaltung ist es, das Interesse von Mädchen der Klassenstufen 10 bis 13 für die technischen und naturwissenschaftlichen Berufe zu wecken. Nach wie vor sind Frauen in diesen Bereichen in der Minderheit. In einem kurzen Vortrag wurde den Schülerinnen das IVW vorgestellt. Danach hatten alle Gelegenheit im Duroplastlabor die Herstellung von partikelgefüllten Verbundwerkstoffen zu verfolgen. Anhand von Proben wurden verschiedene Kunststoffe, Füllstoffe, Mischtechniken, Prozesse und Anwendungen erläutert, und somit umfassende Einblicke in die Laborarbeit gegeben. Tribologische Messverfahren wurden in leicht verständlichen Worten erklärt und ein Crash-Versuch vorgeführt.

The „Girl's Day“ took place on September 29, 2011, at the University of Kaiserslautern. Drawing the interest of girls (grades 10 to 13) to technical and scientific professions is one goal of this event, since women are still in a minority in these fields. In a short presentation



the students were given an overview of IVW's activities. Afterwards, they had an opportunity to experience the production of particle filled composite materials in the thermoset lab. They received information about different plastics, fillers, mixing techniques, processes, and applications. Tribological test procedures were explained in simple terms and they were able to watch the demonstration of a crash experiment.

**Girl's Day**

## OKTOBER 2011

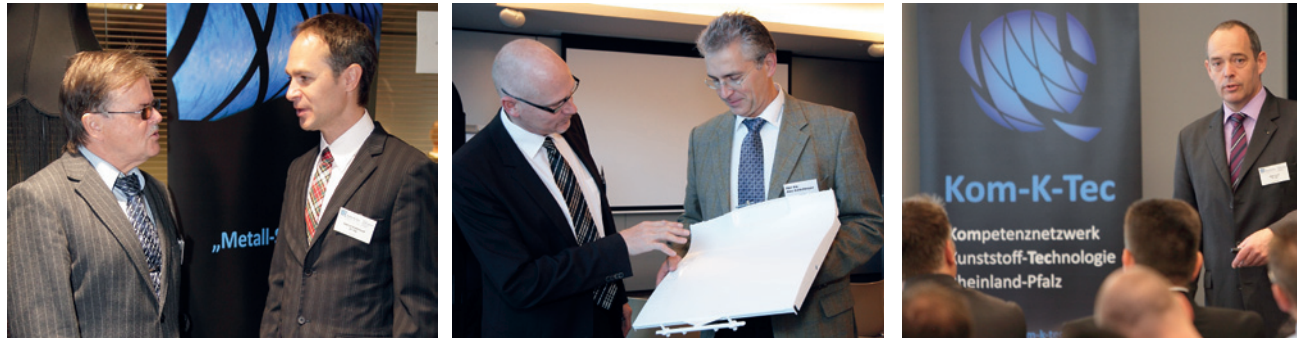
Anlässlich verschiedener Jubiläen lud das Werkstatt-Team am 14. Oktober 2011 zu einer kleinen Feier ein. Gründe waren u.a. das 20-jährige Dienstjubiläum von Herrn Harald Weber und das 10-jährige Dienstjubiläum von Herrn Mark Dully. Das Team hat in den 20 Jahren seit Bestehen der zentralen Metallwerkstatt am IVW über 3000 „offizielle“ und sicherlich noch eine genauso große Anzahl „inoffizieller“ Werkstattaufträge abgearbeitet. Zur Feier des Tages wurde Herrn Stefan Gabriel, dem Einreicher des 3.000. Werkstattauftrags, der „Goldene Sicherheitsschuh“ überreicht.

**Jubiläumsfeier in der Werkstatt**

The workshop team invited to a celebration of several anniversaries on October 14, 2011. Mr. Harald Weber celebrated his 20th anniversary and Mr. Mark Dully his 10th anniversary with IVW. Within the 20 years of the metal workshop's existence, the team carried out more than 3000 "official" shop orders and certainly the same number of "inofficial" shop orders. To mark the occasion, Mr. Stefan Gabriel was awarded the "Golden Safety-Shoe" for submitting the 3000th shop order.

**Anniversary Celebration in our Workshop**





### Seminar „Metall-Substitution“ im Hotel SAKS

Im Rahmen des Seminars „Metall-Substitution“ am 26.10.2011 stellten das Kompetenznetzwerk Kunststoff-Technologie Rheinland-Pfalz Kom-K-Tec und das Kunststoff-Netzwerk Rheinland-Pfalz die Einsatzmöglichkeiten von Kunststoffen in der industriellen Produktion und Fertigung in den Mittelpunkt. Sich verändernde Klimaschutz-, Arbeitskomfort- und Sicherheitsziele führen zu einem stetigen Innovationsdruck. Kunststoffe stellen aufgrund ihrer herausragenden spezifischen Eigenschaften immer häufiger eine vorteilhafte Alternative zum Einsatz von Metallen dar. Neben den „klassischen“ Anwendungsbereichen wie der Luftfahrt und dem Fahrzeugbau werden hoch beanspruchte Metall-Komponenten auch zunehmend im Maschinen- und Apparatebau, in der Elektrotechnik sowie im Bereich der erneuerbaren Energien durch immer leistungsfähigere Kunststoff-Lösungen ersetzt. Durch die Reduzierung von Trägheits- und Reaktionskräften kann hier vielfach eine Energieersparnis oder bei gleichen Energiekosten eine höhere Produktivität erzielt werden. Das Seminar vermittelte die Grundprinzipien und die Leitgedanken zum Thema „Metall-Substitution“ und lieferte den über 50 Teilnehmern aus Wirtschaft und Wissenschaft mit Beiträgen ausgesuchter Spezialisten auf diesem Gebiet eine Gesamtschau dessen, was heute möglich ist.

### „Metal-Substitution“ Seminar at the Hotel SAKS

*In the seminar „Metal-Substitution“ on October 26, 2011 the Competence Network Plastics Technology Rhineland-Palatinate Kom-K-Tec and the Plastics-Network Rhineland-Palatinate focused on the potential application of plastics in the industrial production. Changes in climate protection, working comfort and safety goals create a constant innovation pressure. Due to their outstanding specific characteristics, plastics increasingly are an advantageous substitution for metals. Besides the „classical“ fields of application, like the aerospace and automotive construction sectors, highly stressed metal-components in the engineering, electrical as well as renewable energy sectors are more and more replaced by more efficient plastic solutions. By reduction of inertia and reaction forces it is possible to achieve energy savings or a higher productivity at the same energy costs. The seminar provided basic ideas and guiding principles on the subject „Metal-Substitution“ and gave an overview of potentials in this sector to more than 50 participants from economy and science.*

## NOVEMBER 2011

### Jazz im Treppenhaus

Am 6. November fand in unserem Treppenhaus zum 16. Mal die Veranstaltung „Jazz im Treppenhaus“ statt. Im angenehm gefüllten Treppenhaus musizierte die Band „La Llama Azul“ um den Saxophonisten und Leiter der Uni Bigband, Thomas Weithäuser. Obwohl das sonnige Herbstwetter zum Verweilen im Freien lockte, war die Veranstaltung sehr gut besucht und wie immer konnten neben dem musikalischen Hörerlebnis auch im gemütlichen Umfeld lockere Treffen stattfinden. In der Tagespresse wurde der musikalische Auftritt folgendermaßen gewürdigt: „Zwischen schneller und lebendiger, afrokubanischer Rhythmik und warmen, melodiosen Improvisationen auf dem Saxophon sorgte die Gruppe auf Bass, Keyboards, Schlagzeug und Percussion für den richtigen Hintergrund der morgendlichen Veranstaltung. Locker-leichte Soli blieben immer im Fluss des eher unterhaltsamen und untermalenden Programms der Combo. Denn „Jazz im Treppenhaus“ steht immer für Gespräche bei Kaffee und Kuchen und für ein lockeres Treffen zwischen Uni-Publikum und Kaiserslauterer Szene.

### Jazz im Treppenhaus

*On November 6, 2011 the 16th concert „Jazz im Treppenhaus“ took place. The band „La Llama Azul“ played together with the saxophonist and director of the University Bigband, Thomas Weithäuser, in the comfortably filled staircase. Even though the nice and sunny autumn weather attracted many to linger outside, the event was well attended and as always people could meet casually and listen to the music. The local newspaper acknowledged the event as follows: „Between fast and lively afro-cuban rhythms with warm, smooth improvisations on the saxophone, the band provided the perfect background with the bass, keyboards, drums and percussions for this morning event. Easy going soli were always in a flow of the rather entertaining and accompanying program of the combo. „Jazz im Treppenhaus“ always stands for conversations with coffee and cake and for a casual get-together of a university audience and the scene of Kaiserslautern.*





**Alumni-Industrietag 2011**

Der erstmalig durchgeführte Alumni-Industrietag hatte die Zielvorgabe, den IVW-Kollegen bislang unerforschte industrielle Faserkunststoffverbundproblemstellungen aus dem Kreis der ehemaligen Mitarbeiter zu vermitteln. Die vorgestellten Probleme waren dabei oft mit zukünftigen Anwendungsmöglichkeiten für Verbundwerkstoffe verknüpft. Die vortragenden Alumni kamen aus unterschiedlichsten Industriezweigen: Materialhersteller und -zulieferer waren ebenso vertreten wie verarbeitende Unternehmen aus dem Sport- und Freizeitbereich sowie dem Maschinenbau. Die ganztägige Veranstaltung stieß auf viel Zuspruch aus den Reihen der IVW-Belegschaft, was sich in einer kritisch konstruktiven Diskussion am Ende eines jeden Vortrags zeigte. Der Industrietag war eine erfolgreiche Veranstaltung und eine Bereicherung für beide Seiten der Teilnehmer: für die IVW-Mitarbeiter, die durch die Vorträge einige neue Denkanstöße und Projektideen aufgreifen konnten, und für die Ehemaligen, die von den Lösungsansätzen profitieren werden.

**Alumni Industry Day 2011**

*An "Alumni Industry Day" was held at IVW for the first time. The event targeted at the communication of industry's unexplored composite challenges between alumni and IVW colleagues. The problems were thereby often linked to future application potentials for composite materials. The presenting alumni covered different branches of industry: material manufacturers and suppliers as well as processing enterprises from the sports and leisure sector and mechanical engineering were represented. The all-day meeting gathered much interest by IVW's staff, who critically discussed the subjects at the end of each lecture. The Industry Day was a successful event providing enrichment for both sides of the participants: for the IVW staff, who collected new ideas to work on, and for the former colleagues, who will benefit from the solutions that are developed.*

**Exkursion Ticona**

Am 28. November unternahm die Abteilung Werkstoffwissenschaft eine Exkursion zur TICONA GmbH in den Industriepark Höchst in Frankfurt. Nach einer gegenseitigen Vorstellungsrunde und den obligatorischen Sicherheitseinweisungen bot sich die Möglichkeit einer sehr ausgedehnten Führung durch die nagelneue Produktionsanlage für Polyoxymethylen (POM).



Nach nur 3 Jahren Bauzeit ermöglichte diese Anlage den kompletten Umzug der POM Produktion vom Standort Kelsterbach in den Industriepark Höchst. Nach neuesten Standards gebaut und mit viel Wachstumspotential für die Zukunft ist sie ein Paradebeispiel für modernen Chemieanlagenbau. Besonders beeindruckend war aber auch die Fahrt ans obere Ende der Lagersilos auf gut 50 Metern

Höhe. Anschließend an die sehr informative Werksführung fand eine Diskussionsrunde zum Thema Polymer-Nanokomposite, speziell mit Carbon Nanotubes statt.

*On November 28 the Materials Science Department had the chance to pay TICONA GmbH, located in the HOECHST industrial park in Frankfurt, a visit. After mutual introductions and the mandatory safety briefings a very extensive tour of the brand new production facility for Polyoxymethylene (POM) was offered. After only 3 years construction time this plant enabled the complete relocation of the former POM production at Kelsterbach to the HOECHST industrial park. Built to the latest standards and with great growth potential for the future, it is a prime example of modern chemical engineering. Particularly impressive was the ride to the top of the storage silos at a height of approx. 50 meters. Following the very informative tour of the production site a discussion was held on the subject of polymer nano composites, especially the ones based on carbon nanotubes.*

DEZEMBER  
2011

Die Veranstaltung Wissenschaft trifft Wirtschaft "Biocomposites – natürliche Innovation aus RLP" richtete sich an interessierte Wirtschaftsbetriebe des Landes und gab Aufschluss über neueste Entwicklungen auf dem Gebiet der Biocomposites in der rheinland-pfälzischen Wissenschaft und Wirtschaft. Umwelt- und Klimaziele wie z.B. die Begrenzung des Anstieges der globalen Durchschnittstemperatur und die Reduktion schädlicher Emissionen erfordern neben allen gesellschaftspolitischen Änderungsprozessen auch wissenschaftliche Fortschritte und Innovationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette von technischen Produkten. Eine Möglichkeit zur Verbesserung des Leichtbaupotentials und zur Realisierung damit verbundener Schneeballeffekte in Bezug auf verringerten Primärenergiebedarf und weniger Emissionen, z.B. bei Verkehrssystemen, wird in dem vermehrten Einsatz nachwachsender Naturprodukte (Biocomposites) gesehen.

*The conference Science meets Business „Biocomposites – natural innovation from RLP“ addressed interested businesses of the state and provided information about latest developments in the area of biocomposites in Rhineland-palatinate science and business. Environmental and climate goals, e.g. limiting the global temperature increase and the reduction of harmful emissions require not only change processes in the society but also scientific advancements and innovations along the entire value chain of technical products. One option to improve the lightweight potential and the realization of linked snowball effects with regard to reduced primary energy demands and less emissions, e.g. in traffic systems, is seen in an increased use of renewable natural products (biocomposites).*

**Biocomposites – natürliche Innovation aus RLP****Biocomposites – Natural Innovation from RLP**



## Veröffentlichungen Publications

- Almajid, A. A.; Friedrich, K.; Floeck, J.; Burkhart, T.: Surface Damage Characteristics and Specific Wear Rates of a New Continuous Carbon Fiber (CF) / Polyetheretherketone (PEEK) Composite under Sliding and Rolling Contact. *Applied Composite Materials*, (2011) 18, S. 211-230
- Arnold, A.: Prozesssimulation RTM. AVK-Aufbau-seminar, Frankfurt, 7. Juni 2011
- Arnold, A.: RTM Prozesssimulation. AVK-Aufbau-seminar, Mannheim, 29. November 2011
- Balle, F.; Schmeer, S.; Wagner, G.: Mechanische Charakterisierung ultraschall-geschweißter Aluminium/CFK-Verbunde. *MP – Materials Testing, Materials Testing*, Vol. 53, S. 7-13
- Bayerl, T.; Mitschang, P.: Heating of Polymer-Polymer Composites by Inductive Means. *Proceedings, ICCM 18*, Jeju, Korea, 21.-26. August 2011, CD-ROM
- Bittmann, B.; Hauptert, F.; Schlarb, A.K.: Preparation of TiO<sub>2</sub>/Epoxy Nanocomposites by Ultrasonic Dispersion and their Structure Property Relationship. *Ultrasonics Sonochemistry* 18 (2011), S. 120-126
- Botelho, E. C.; Edwards, E. R.; Bittmann, B.; Burkhart, T.: Dispersing Carbon Nanotubes in Phenolic Resin Using an Aqueous Solution. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, Vol. 22, No. 11, 2011, S. 2040-2047
- Breuer, U.: Airframe Structure Technology – Quo Vadis? *International Workshop on Advanced Materials*, Sydney, Australien, 19.-20. Januar 2011
- Brzeski, M.; Bayerl, T.; Mitschang, P.: Comparison of Methods to Detect Thermal Degradation of Short-Time Heated Carbon Reinforced Thermoplastic Composites. *5th Asia-Europe Symposium on Processing and Properties of Reinforced Polymers*, Dresden, 29. Mai - 1. Juni 2011
- Burkhart, T.: Tribologische Charakterisierung von Polymerkompositen unter Trocken- und Grenzreibung. *Tribologie Meeting 2011, NMI Workshop*, Reutlingen, 18.-19. Mai 2011
- Burkhart, T.; Friedrich, K.: The use of chemical nanotechnology to produce tailor-made nanocomposites based on polymer matrices. *European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes*, Montpellier, Frankreich, 12.-15. September 2011
- Castellà, N.; Grishchuk, S.; Karger-Kocsis, J.; Schehl, M.: Hybrid Thermosets from Polyisocyanate/Water Glass/Emulsifier Systems: Effects of Melamine-Formaldehyde Resin. *Journal of Applied Polymer Science* 119 (2011), S. 7-14
- Chang, L.; Friedrich, K.; Schlarb, A. K.; Tanner, R.; Ye, L.: Shear Thickening Behaviour of Concentrated Polymer Dispersions under Steady and Oscillatory Shear. *J. MATER. SCI.* 46 (2011), S. 339-346
- Christmann, M.: Thermoplastic Fibre Reinforced Composite Materials for Structural Applications in Car Body Manufacturing. *Materialien des Karosseriebaus 2011*, Bad Nauheim, 10.-11. Mai 2011
- Christmann, M.; Mitschang, P.: Influence of Inhomogeneous Tool Temperature on the Impregnation Pressure of the Continuous Compression Molding Process. *Proceedings, ICCM 18*, Jeju, Korea, 21.-26. August 2011, CD-ROM
- Deinzer, G.; Breuer, U.: Lightweight Requirements and Potentials from an Automotive Industry and Science Point of View. *Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 12, Nr. 745*, 2011, VDI Verlag Düsseldorf
- Didi, M.; Mitschang, P.: Development of a Spot Welding Device for Hybrid Structures Metal/Fibre-Reinforced-Plastic. *Fügen im Karosseriebau 2011*, Bad Nauheim, 12.-14. April 2011
- Didi, M.; Mitschang, P.: Diskontinuierliches Induktionsschweißen von CF/PEEK und CF/PA66 mit Aluminium. *CC e.V. Arbeitskreis Herstellverfahren*, Augsburg, 13. Mai 2011
- Didi, M.; Mitschang, P.: Fügetechnologien für thermoplastische Faser/Kunststoff-Verbunde. *CC e.V. Fachtagung Fertigungslösungen entlang der Prozesskette*, Augsburg, 17. November 2011
- Didi, M.; Mitschang, P.: Potenzial faserverstärkter Thermoplaste - Schweißen und Hybridverbindungen. *Industrieforum Blech*, Göppingen, 24. November 2011
- Duhovic, M.; Mitschang, P.; Bhattacharyya, B.: Modelling approach for the production of stitch influence during woven fabric draping. *Composites Part A* (2011), S. 968-978
- Duhovic, M.; Mitschang, P.; Bhattacharyya, D.: Constituent Based Modeling for Simulation of yarn and stitch interactions during woven composite prepreg stamping. *Proceedings, PFAM19*, Auckland, New Zealand, 14.-17. Januar 2011, CD-ROM
- Feng, Q. P.; Shen, X. J.; Yang, J. P.; Fu, S. Y.; Mai, Y. W.; Friedrich, K.: Synthesis of Epoxy Composites with High Nanotube Loading and Effects of Tubular and Wavy Morphology on Composite Strength and Modulus. *52 POLYMER* (2011), S. 6037-6045
- Friedrich, K.; Burkhart, T.; Almajid, A. A.: Rolling Wear Behavior of Selected Engineering Polymers and Composites. *Proceedings, GfT Conference 2011*, Göttingen, 26.-28. September 2011, S. 18/1 – 18/16
- Friedrich, K.; Chang, L.; Hauptert, F.: Current and Future Applications of Polymer Composites in the Field of Tribology. In: L. Nikolais, M. Meo, E. Mileta (eds.): *Composite Materials*, Springer, New York, USA, 2011, <http://www.springer.com/materials/special+types/book/978-0-85729-165-3>
- Friedrich, K.; Knör, N.; Almajid, A. A.: Influence of Processing Technology and Material Composition on Structure and Properties of Thermoplastic Nanocomposites Used in Tribo-Applications. *Proceedings, XIX Symposium Processing and Fabrication of Advanced Materials*, Auckland, Neuseeland, 14.-17. Januar 2011, (Eds: D. Bhattacharyya, R.J.T. Lin, T.S. Srivatsan), S. 739-750
- Friedrich, K.; Sue, H.-J.; Peng, L.; Almajid, A. A.: Scratch Resistance of High Performance Polymers. *TRIBOL. Int.* 44 (2011), S. 1032-1046
- Friedrich, K.; Almajid, A. A.; Noll, A.; Burkhart, T.: Effect of Thermal Treatment on Hardness and Fracture Toughness of Poly-Para-Phenylene-Copolymer (PPP). *Journal of Materials Science*, 46, (2011), S. 1714-1722
- Gil, Y.; Jung, G.; Christmann, M.; Kim, H.: New Material Development for Large Scale Production in Automotive Sector. *Proceedings, ICCM 18*, Jeju, Korea, 21.-26. August 2011, CD-ROM
- Grishchuk, S.; Gryshchuk, O.; Weber, M.; Karger-Kocsis, J.: Structure and toughness of polyethersulfone (PESU)-modified anhydride-cured tetrafunctional epoxy resin: Effect of PESU molecular mass. *Journal of Applied Polymer Science*, published online: 12. August 2011, DOI: 10.1002/app.34610
- Grishchuk, S.; Karger-Kocsis, J.: Hybrid Thermosets from Vinyl Ester Resin and Acrylated Epoxidized Soybean Oil (AESO). *eXPRESS Polymer Letters*, Vol. 5, No. 1, (2011), S. 2-11
- Grishchuk, S.; Leanza, R.; Kirchner, P.; Karger-Kocsis, J.: "Greening" of unsaturated polyester resin-based bulk molding compound with acrylated epoxidized soybean and linseed oils. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, published online: 21. Dezember 2011, DOI: 10.1177/0731684411421541
- Grishchuk, S.; Mbhele, Z.; Schmitt, S.; Karger-Kocsis, J.: Structure, thermal and fracture mechanical properties of benzoxazine-modified amine-cured DGEBA epoxy resins. *eXPRESS Polymer Letters*, Vol. 5, No. 3, (2011), S. 273-282
- Grishchuk, S.; Schmitt, S.; Vorster, O. C.; Karger-Kocsis, J.: Structure and Properties of Amine-Hardened Epoxy/Benzoxazine Hybrids: Effect of Epoxy Resin Functionality. *Journal of Applied Polymer Science*, published online: 3. November 2011, DOI: 10.1002/app.35302
- Gurka, M.; Petricevic, R.; Schneider, S.; Ulrich, S.: Characterization of Step Response Time and Bandwidth of Electrorheological Fluids. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, published online 10. Oktober 2011, DOI: 10.1177/1045389X11425280
- Gyurova, L. A.; Jiang, Z.; Schlarb, A. K.; Friedrich, K.; Zhang, Z.: Study on the Wear and Friction of Short Carbon Fiber and / or Nano-TiO<sub>2</sub> Reinforced Polyphenylene Sulfide Composites using Artificial Neural Networks. In *Friction, Wear and Wear Protection* (eds. A. Fisher and K. Bobzin), Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, published online: 3. Februar 2011, DOI: 10.1002/9783527628513.ch52
- Gyurova, L. A.; Friedrich, K.: Artificial Neural Networks for Predicting Sliding Friction and Wear Properties of Polyphenylene Sulfide Composites. *TRIBOL. Int.* 44 (2011), S. 603-609
- Hassinger, I.; Burkhart, T.: Multiple Extrusion and Dilution of Nanocomposites and their Effect on the Mechanical Properties. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, published online: 22. August 2011, DOI: 10.1177/0892705711412646



## Veröffentlichungen Publications

- Hassinger, I.; Burkhart, T.: Multiple Extrusion and Dilution of TiO<sub>2</sub>-Nanocomposites and their Effect on the Mechanical Properties. EUROFILLERS 2011, Dresden, 21.-25. August 2011
- Hellmann, A.; Ripperger, M.; Berges, M.; Sticher, S.; Burkhart, T.: Characterisation of Particles Produced by Abrasion of Nanocomposites with a Grinding Machine. EAC 2011 Manchester, European Aerosol Conference, 4.-9. September 2011
- Heß, H.; Himmel, N.: Structurally stitched NCF CFRP laminates. Part 1: Experimental characterization of in-plane and out-of-plane properties. Composites Science and Technology 71 (2011), S. 549-568, DOI:10.1016/j.compscitech.2010.11.012
- Heß, H.; Himmel, N.: Structurally Stitched NCF CFRP Laminates. Part 2: Finite element unit cell based prediction of in-plane strength. Composites Science and Technology 71 (2011), S. 569-585, DOI:10.1016/j.compscitech.2010.11.011
- Hildebrandt, K.: Development of organic sheets for online-varnishing processes. CNT-Jahreskongress, Ettlingen, 25.-27. Januar 2011
- Hildebrandt, K.; Mitschang, P.: CarboCar: Elektrisch leitfähige thermoplastische Faserverbundwerkstoffe mit Potential. Wing Konferenz, Berlin, 6. Oktober 2011
- Hildebrandt, K.; Mitschang, P.: Effect of Incorporating Nanoparticles in Thermoplastic Fiber-Reinforced Composites on the Electrical Conductivity. Proceedings, ICCM 18, Jeju, Korea, 21.-26. August 2011, CD-ROM
- Hildebrandt, K.; Rieber, G.: Enhancement of Fiber Reinforced Plastics by CNTs - Thermoset and Thermoplastic Matrices. Innovative International Composites Summit, Paris, Frankreich, 30. März 2011
- Himmel, N.; Heß, H.: Mechanical properties of structurally stitched non-crimp fabric composites. In: S. V. Lomov (ed.) Non-crimp fabric composites – Manufacturing, properties and applications. Sawston (Woodhead Publ. Ltd.), 2011
- Holschuh, R.; Mitschang, P.; Schledjewski, R.: Controlled Influence of Component Properties Using Hybrid Techniques by Combining Different Lightweight Structures. Proceedings, ICCM 18, Jeju, Korea, 21.-26. August 2011, CD-ROM
- Knör N.; Walter R.; Hauptert F.: Mechanical and Thermal Properties of Nano-Titanium Dioxide Reinforced Polyetheretherketone Produced by Optimized Twin Screw Extrusion. Journal of Thermoplastic Composite Materials, Vol. 24/2 (2011), S. 185-205, DOI: 10.1177/0892705710369867
- Korres, S.; Soroehynska, L.; Grishchuk, S.; Karger-Kocsis, J.: Swelling, Compression and Tribological Behaviors of Bentonite-Modified Polyacrylate-Type Hydrogels. Journal of Applied Polymer Science 119, (2011), S. 1122-1134, DOI: 10.1002/app.32706
- Kravaev, P.; Seide, G.; Gries, T.; Hassinger, I.; Burkhart, T.: Nano-modified PA 6 yarns for technical applications. Technical Textile 54 (2011), H. 2, S. E42-E44
- Kravaev, P.; Seide, G.; Gries, T.; Hassinger, I.; Burkhart, T.: Nano-modified thermoplastic preforms for the manufacturing of composite structures. ICCM-18, 18th International Conference on Composite Materials, Jeju Island, Korea, 21.-26. August 2011
- Priebe, M.; Schledjewski, R.: Processing and properties of glass/polypropylene in long fibre compounding extrusion. Plastics Rubber and Composites, Vol. 40, No. 6, September 2011, S. 374-379
- Mack, J.; Mitschang, P.; Schledjewski, R.: Cost Comparison of Different Thermoplastic and Thermoset Filament Winding Processes. Proceedings, SAMPE 2011, Long Beach, USA, 23.-26. Mai 2011, CD-ROM
- Medina, L.: Naturfasern in Automobilanwendungen - Trends national und international. Biocomposites - natürliche Innovation aus RLP, IVW GmbH, Kaiserslautern, 1. Dezember 2011
- Miaris, A.; Päßler, M.; Schledjewski, R.; Mitschang, P.: Modeling the Impregnation Process of a Siphon Impregnation System during Filament Winding. Proceedings, ASME 2011 Pressure Vessels and Piping Conference, Baltimore, USA, 17.-21. Juli 2011, CD-ROM
- Miaris, A.; Päßler, M.; Mitschang, P.: Efficient Energy Storage by Composite Pressure Vessels. Energie Workshop der Science Alliance Kaiserslautern e.V., Kaiserslautern, 25. November 2011
- Mitschang, P.: Innovationsallianz CNT: A novel public-private partnership to enter new markets for CNT. 2nd Innovative International Composites Summit, Paris, Frankreich, 29.-31. März 2011
- Mitschang, P.: Prozesskette zur Herstellung textilverstärkter Thermoplaste. 4a engineering GmbH, Technologietag 2011 Leichtbau auf dem Prüfstand, Pichl, Österreich, 3.-4. März 2011
- Mitschang, P.: Verarbeitungsoptionen für naturfaserverstärkte Kunststoffe. Biocomposites - natürliche Innovation aus RLP, IVW GmbH, Kaiserslautern, 1. Dezember 2011
- Mitschang, P.; Christmann, M.; Bierer, M.; Steeg M.: Intervallheißpressen - Geschlossene Hutprofile kontinuierlich herstellbar. MM Composites World, Sonderausgabe Oktober 2011, S. 18-20
- Mitschang, P.; Christmann, M.; Didi, M.; Hildebrandt, K.; Holschuh, R.; Mack, J.: Herausforderungen bei der Verarbeitung kontinuierlich faserverstärkter Thermoplaste. 20. Leobener Kunststoff-Kolloquium, Schriftenreihe Kunststofftechnik Leoben, Band 1, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski (Hrsg.), ISBN 978-3-9503248-0-8, S. 1-11, Leoben, Österreich, 10.-11. November 2011
- Mitschang, P.; Christmann, M.; Moser, L.: Joining of High Performance Thermoplastic Composites. Proceedings, PFAM19, Auckland, New Zealand, 14.-17. Januar 2011, CD-ROM
- Mitschang, P.; Hildebrandt, K.: Verarbeitung von CNTs in Hochleistungsverbundwerkstoffen und deren Einsatzmöglichkeiten. Fachtagung Nano-Kohlenstoff, Augsburg, 22. September 2011
- Mitschang, P.; Miaris, A.; Rieber, G.; Didi, M.: Schlüsseltechnologien für eine automatisierte FKV-Fertigung. Tagungsband, Internationale AVK Tagung, Stuttgart, 26.-27. September 2011, CD-ROM
- Narnhofer, M.; Schledjewski, R.; Mitschang, P.: Simulation des kontinuierlichen Schweißprozesses. 20. Leobener Kunststoff-Kolloquium, Schriftenreihe Kunststofftechnik Leoben, Band 1, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski (Hrsg.), ISBN 978-3-9503248-0-8, S. 19-28, Leoben, Österreich, 10.-11. November 2011
- Noll, A.; Burkhart, T.: Morphological characterization and modeling of electrical conductivity of multi-walled carbon nanotube/poly(p-phenylene sulfide) nanocomposites obtained by twin screw extrusion. Composites Science and Technology, Vol. 71, No. 4, 2011, S. 499-505
- Noll, A.; Burkhart, T.; Breuer, U.: Comparative Study of Mechanical and Electrical Properties of MWNT and SCF Reinforced PPS. Asia-Europe Symposium on Processing and Properties of Reinforced Polymers, Dresden, 29. Mai - 1. Juni 2011
- Päßler, M.; Miaris, A.; Schledjewski, R.; Mitschang, P.: Ring Winding Technology - Increased Process Efficiency and Effects on the Mechanical Properties of Ring Specimens. Proceedings, ASME 2011 Pressure Vessels and Piping Conference, Baltimore, USA, 17.-21. Juli 2011, CD-ROM
- Pohl, T.; Bierer, M.; Natter, E.; Madsen, B.; Hoydonckx, H.; Schledjewski, R.: Properties of compression moulded new fully bio-based thermoset composites with aligned flax fibre textiles. Plastics, Rubber and Composites, Vol. 40, No. 6/7 (2011), S. 294-299
- Rieber, G.: CarboRoad - From process development to a seat post and a rotor blade segment. CNT-Jahreskongress, Ettlingen, 25.-27. Januar 2011
- Rieber, G.; Grieser, T.; Mitschang, P.: Processing and evaluating CNT doped laminates. Proceedings, SAMPE 2011, Long Beach, USA, 23.-26. Mai 2011, CD-ROM
- Grishchuk, S.; Castellà, N.; Apostolov, A. A.; Karger-Kocsis, J.: Structure and Properties of Vinyl Ester Resins Modified with Organophilic Synthetic Layered Silicates Bearing Non- and Co-reactive Intercalants. Journal of Composite Materials, published online: 15. August 2011, DOI:10.1177/0021998311413311
- Schmeer, S.; et al.: Experimentelle Untersuchungen an kontinuierlich/diskontinuierlich verstärkten FKV-Bauteilen. Bei „Kombination von Thermoplast-Spritzguss und kontinuierlich faserverstärkten Thermoplasten (Spriform)“, Abschlussveranstaltung, 24. November 2011, München
- Schuck, M.; Hildebrandt, K.: Weiterentwicklung von Verarbeitungsprozessen nanomodifizierter Faserverbundwerkstoffe: Umformbarkeit und Oberflächeneigenschaften. 4. NRW Nano-Konferenz, Dortmund, 18. Oktober 2011
- Sharma, M.; Bijwe, J.; Singh, K.; Mitschang, P.: Exploring potential of Micro-Raman spectroscopy for



## Veröffentlichungen *Publications*

## Poster

## Interne Kolloquien *Internal Colloquia*

- correlating graphitic distortion in carbon fibers with stresses in erosive wear studies of PEEK composites. *WEAR* 270 (2011), S. 791-799
- Walter, R.; Burkhart, T.: Optimierung der Verschleiß-eigenschaften von kohlenstofffaserverstärktem PEEK mit nano- und submikroskopischen Füllstoffen hergestellt durch effektive Extrusionsprozesse. *Tribologie und Schmierungstechnik*, 58. Jahrgang, 3/2011, S. 28-33
  - Warnecke, M.; Kravaev, P.; Seide, G.; Gries, T.; Hasinger, I.; Burkhart, T.: Faserbasierte Hochleistungswerkstoffe. *Werkstoffe in der Fertigung: Fachzeitschrift für technische Führungskräfte* 22, (2011), H. 2, S. 7-8
  - Weiland, F.; Beier, U.; Weimer, C.; Mitschang, P.: Ultrasonic Welding Application in Preform Automation. *Proceedings, SEICO 11*, Paris, Frankreich, 28.-29. März 2011
  - Weiland, F.; Weimer, C.; Mitschang, P.: Ultrasonic Welding of Carbon Fiber Preforms: Process and Mechanisms. *Proceedings, SAMPE 2011*, Long Beach, USA, 23.-26. Mai 2011, CD-ROM
  - Zhang, G.; Burkhart, T.: Synergetic Effect of Multiple Fillers on the Tribological Performance of Polyetheretherketone under Dry Sliding Conditions. *DGM conference: European Symposium on Friction, Wear, Wear Protection and Related Areas*, Karlsruhe, 26.-28. Oktober 2011
  - Zhang, G.; Rasheva, Z.; Karger-Kocsis, J.; Burkhart, T.: Synergetic role of nanoparticles and micro-scale short carbon fibers on the mechanical profiles of epoxy resin. *eXPRESS Polymer Letters*, Vol. 5, No. 10 (2011), S. 859-872
  - Zhou, R. J.; Burkhart, T.: Polypropylene/SiO<sub>2</sub> nanocomposites filled with different nanosilicas: thermal and mechanical properties, morphology and interphase characterization. *Journal of Materials Science*, 46, (2011), S. 1228-1238
  - Zhou, R. J.; Burkhart, T.: Thermal and mechanical properties of poly(ether ester)-based thermoplastic elastomer composites filled with TiO<sub>2</sub> nanoparticles. *Journal of Materials Science*, 46, (2011), S. 2281-2287
  - Hanitzsch, N.; Noll, A.: "CarboDis" Thermoplastics. *Inno.CNT-Jahreskongress*, Ettlingen, 25.-27. Januar 2011
  - Kraveav, P.; Wulfhorst, J.; Seide, G.; Gries, T.: NanoOrgano - drapable preforms from nano-modified hybrid yarns for the production of thermoplastic composites. *JEC Paris 2011*, Paris, Frankreich, 29.-31. März 2011
  - Pfeiffer, N.; Burkhart, T.; Wetzel, B.: Synthesis of nano and submicro particles via top-down method. *JEC Paris 2011*, Paris, Frankreich, 29.-31. März 2011
  - Burkhart, T.; Grishchuk, S.: Fire retardant nanocomposite with improved mechanical properties. *JEC Paris 2011*, Paris, Frankreich, 29.-31. März 2011
  - Rieber, G.; Mitschang, P.: CarboRoad: Entwicklungsarbeiten zur Verarbeitung von CNT-dotierten Harzen über Infusions- und Injektionsverfahren. *Wing Konferenz*, Berlin, 6. Oktober 2011
  - Hildebrandt, K.; Mitschang, P.: CarboCar - Elektrisch leitfähige thermoplastische Faserverbundwerkstoffe mit Potential. *Wing Konferenz*, Berlin, 6. Oktober 2011
  - Rieber, G.; Mitschang, P.: CarboRoad – CNT Doped Structural Parts Produced by Infusion Processes. *CNT-Jahreskongress*, Ettlingen, 25.-27. Januar 2011
  - Hildebrandt, K.; Mitschang, P.: CarboCar - From raw materials to components – Illustration of the process chain for the production of CNT-modified thermoplastic fiber-reinforced composites. *CNT-Jahreskongress*, Ettlingen, 25.-27. Januar 2011
  - Bayerl, T.; Mitschang, P.: Resource-Efficient Self-Reinforced Plastic Materials and Processing. *JEC*, Paris, Frankreich, 29.-31. März 2011
  - Referierte Zeitschriften / *peer-reviewed papers*

- 11.01.2011:  
René Holschuh:  
Auswirkungen lokaler UD-Verstärkungen auf das Eigenschaftsprofil hybrider Bauteile
- Nicole Pfeiffer:  
Bottom-up: Nanopartikel
- 07.02.2011:  
Liubov Sorochynska:  
Entwicklung von Barrierschichtsystemen für Warmwasserspeicher
- Sebastian Schmeer:  
Die neue Hochgeschwindigkeitsprüfmaschine – Ein erster Erfahrungsschritt
- 14.03.2011:  
Angelos Miaris:  
Modeling the Impregnation Process Inside the Siphon Impregnation Unit
- Henrik Schott:  
HIT – Einheitszellenmodellierung und mechanische Charakterisierung unvernähter und strukturell vernähter MAG-Laminat
- 04.04.2011:  
Ga Zhang:  
Tribological behavior of PEEK materials under boundary lubrication conditions
- Nicole Motsch:  
Auslegung, Konstruktion und experimentelle Charakterisierung des NEFS Landeklappen-trägers
- 02.05.2011:  
Michael Bierer:  
Duroplastisch gebundene naturfaserverstärkte Bauteile mit flammhemmender Ausrüstung und bedarfsangepasster Oberflächencharakteristik

- Sergiy Grishchuk:  
Fire Retardant Nanocomposites
- 06.06.2011:  
David Scheliga:  
Bruchmechanische Untersuchung von thermoplastischen Werkstoffen mittels der CT- und SENB-Methode
- 04.07.2011:  
Markus Brzeski:  
Inbetriebnahme der Vakuumheißpresse
- Balázs Fodor:  
Modeling Fracture and Crack Growth in LFT Materials with xFEM
- 05.09.2011:  
Marcel Christmann:  
Einfluss inhomogener Werkzeugtemperaturverteilung auf die interlaminaire Druckverteilung des Intervallheißpress-Prozesses
- Gabriela-Margareta Florescu:  
Kern-Schale Nanopartikel und deren Einfluss auf die tribologischen Eigenschaften von Duroplasten
- 10.10.2011:  
Dennis Maurer:  
Thermische Simulation des laserunterstützten thermoplastischen Tapelegens
- Moritz Hübler:  
Schaltbare Composites
- 07.11.2011:  
Thomas Pohl:  
Verarbeitung und Eigenschaften von Flachverbundwerkstoffen
- Roman Schleppe:  
KaRaT



## Interne Kolloquien *Internal Colloquia*

05.12.2011:

Nicole Motsch:  
NEFS – Lessons Learned

Marcel Bücken und Thomas Pfaff:  
FlexShaft - Übertragung großer Drehmomente  
bei gleichzeitig geringer Biegesteifigkeit

## Promotionen *Doctorates*

Dipl.-Sporting. Gunnar Rieber,  
30. September 2011: "Einfluss von textilen  
Parametern auf die Permeabilität von Multifila-  
mentgeweben für Faserverbundkunststoffe"

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer  
Berichter: Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler,  
Technische Universität München;  
Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang

Dipl.-Ing. Andreas Noll, 11. Oktober 2011:  
„Effektive Multifunktionalität von monomodal,  
bimodal und multimodal mit Kohlenstoff-  
Nanoröhren, Graphit und kurzen Kohlenstoff-  
fasern gefülltem Polyphenylensulfid“

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Paul Ludwig Geiß,  
Technische Universität Kaiserslautern  
Berichter: Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer,  
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Klaus Friedrich

Dipl.-Ing. Michael Magin, 14. November 2011:  
„Schadensfortschrittsentwicklung durch  
zyklische Belastung und deren numerische  
Modellierung unter Berücksichtigung nichtlinea-  
rer Werkstoffgesetze bei endlos-kohlenstoff-  
faserverstärkten Polymerwerkstoffen“

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer  
Berichter: PD Dr.-Ing. Norbert Himmel;  
Prof. Dr.-Ing. Helmut Schürmann,  
Technische Universität Darmstadt

Dipl.-Ing. (FH) M. Eng. Julian Schöpfer,  
2. Dezember 2011:  
„Spritzgussbauteile aus kurzfaserverstärkten  
Kunststoffen: Methoden der Charakterisierung  
und Modellierung zur nichtlinearen Simulation  
von statischen und crashrelevanten Lastfällen“

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Rolf Müller,  
Technische Universität Kaiserslautern  
Berichter: Prof. Dr.-Ing. Martin Maier;  
Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Kolling,  
Technische Hochschule Mittelhessen

## Gastwissenschaftler *Guest Scientists*

- Dipl.-Chem. Ruijuan Zhou, Technische Universität Kaiserslautern, 1. Mai 2009–30. April 2011 (gefördert durch DFG-Graduiertenkolleg 814)
- Dipl.-Ing. David Scheliga, Technische Universität Kaiserslautern, 1. August 2009 – 31. März 2012 (gefördert durch DFG-Graduiertenkolleg 814)
- Prof. Dr. Xianqiang Pei, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou Institute of Chemical Physics, State Key, Laboratory of Solid Lubrication, Lanzhou, China, 1. September 2010 – 31. August 2011 (gefördert durch Alexander von Humboldt Stiftung, AvH)
- Dipl.-Ing. Fodor Balázs, Technische Universität Kaiserslautern, 1. September 2010–31. Dezember 2011 (gefördert durch DFG-Graduiertenkolleg 814)
- Prof. Shao-Yun Fu, Chinese Academy of Sciences, Technical Institute of Physics and Chemistry, Beijing, China, 20. April 2011 – 20. Mai 2011 (gefördert durch Alexander von Humboldt Stiftung, AvH)
- Prof. Dr. Sukumar Puhon, Vel Tech University, Department of Mechanical Engineering, Chennai, Indien, 27. April 2011 – 18. Mai 2011 (gefördert durch Vel Tech University, Chennai, Indien)
- Prof. Zhong Zhang, National Center for Nanoscience and Nanotechnology, Beijing, China, 15. Juni 2011 – 14. August 2011 (gefördert durch Alexander von Humboldt Stiftung, AvH)
- Prof. Dr.-Ing. Abdulhakim Almajid, King Saud University, Saudi-Arabien, 1. Juli 2011 – 15. August 2011 (gefördert durch King Saud University)
- Prof. Chow Wen Shyang, Universiti Sains Malaysia, 1. September 2011 – 31. Januar 2012 (gefördert durch Universiti Sains Malaysia)
- Dr. Lingyun Zhou, National Center for Nanoscience and Technology, Beijing, China, 3. Juni 2011 – 29. August 2011 (gefördert durch Alexander von Humboldt Stiftung, AvH)
- Xiaohuj Shen, Technical Institute of Physics and Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, 2. April 2011 – 31. Mai 2011 (gefördert durch Technical Institute of Physics and Chemistry)
- Ferenc Tuba, Budapest University of Technology and Economics, Ungarn, 8. Juli 2011 – 31. August

2011 (gefördert durch Deutsch Akademischer Austausch Dienst, DAAD)

- Dr. Gabor Romhány, Budapest University of Technology and Economics, Ungarn, 4.-18. Juli 2011 (gefördert durch Deutsch Akademischer Austausch Dienst, DAAD)
- Gabor Balogh, Budapest University of Technology and Economics, Ungarn, 5.-31. Juli 2011 (gefördert durch Deutsch Akademischer Austausch Dienst, DAAD)
- Prof. Dr. Michael Evstatiev, Sofia University, Polymer Laboratory, Faculty of Chemistry, 1. September 2011 – 31. Oktober 2011 (gefördert durch Industriekooperation)



## Internationale Kooperation *International Cooperation*

- University of Sydney, Australien
- Royal Military Academy, Brüssel, Belgien
- KUL, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgien
- UCL, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgien
- Sofia University St. Kliment Ohridski, Bulgarien
- National Center for Nanoscience and Technology, Beijing, China
- Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong, China
- Dong Hua University, Shanghai, China
- Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China
- Technical University of Denmark, RISODTU, Roskilde, Dänemark
- Aalto University School of Science and Technology, Helsinki, Finnland
- University of Technology, Helsinki, Finnland
- Centre de Recherche Paul Pascal, Bordeaux, Frankreich
- Institut Nationale des Sciences Appliquées de Lyon (INSA), Lyon, Frankreich
- Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Frankreich
- Commissariat à l'énergie atomique, Paris, Frankreich
- Pole de Plasturgie de L'est, Saint Avold, Frankreich
- National Center for Scientific Research Seminar « DEMOKRITOS », Aghia Paraskevi, Griechenland
- National Technical University of Athens, Griechenland
- University of Ioannina, Griechenland
- University of Patras, Griechenland
- Centre for Renewable Energy Sources, Pikermi, Griechenland
- Imperial College of Science Technology and Medicine, London, Großbritannien
- University of Nottingham, Großbritannien
- University of Sheffield, Großbritannien
- The University Court of the University of St. Andrews, Großbritannien
- Central Leather Research Institute, Chennai, Indien
- Indian Institute of Technology Madras, Chennai, Indien
- Vel Tech Technical University, Chennai, Indien
- NUI, National University of Ireland, Galway, Irland
- CTL, Composite Testing Lab Ltd., Galway, Irland
- Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, Israel
- Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel
- Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italien
- Consiglio Nazionale delle Ricerche - ITIA, Mailand, Italien
- Polytechnic of Milan, Mailand, Italien
- Centro Ricerche Fiat S.c.p.A., Orbassano, Italien
- Politecnico di Torino, Turin, Italien
- Kanazawa Institute of Technology, Kanazawa, Japan
- Faculty of Textile Science, Kyoto Institute of Technology, Kyoto, Japan
- Shonan Institute of Technology, Tsujido, Japan
- Seoul National University, Korea
- CCR, University of Auckland, Neuseeland
- TU Delft, Niederlande
- Nederlandse Organisatie voor toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek – TNO, Delft, Niederlande
- Warsaw University of Technology, Warsaw, Polen
- INEGI, instituto de engenharia mecanica e gestao industrial, Matosinhos, Portugal
- Universidade do Minho, Portugal
- King Saud University, Riyadh, Saudi Arabien
- SWEREA SICOMP AB (Swedish Institute of Composites), Pitea, Schweden
- Fachhochschule Aargau, Schweiz
- Cern, Genf, Schweiz
- École Polytechnique Federal de Lausanne, Schweiz
- ETH Zürich, Schweiz
- Nanyang Technological University, Singapore
- Universidad de Alcalá, Spanien
- Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, Spanien
- Fundación Labein, Bilbao, Spanien
- Fundación ITMA, Llanera, Spanien
- Universidad de Murcia, Spanien

## Fachgremien / Begutachtungen *Expert Panels / Reviews*

- AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen
- Alexander von Humboldt-Stiftung
- Arbeitskreise der AVK eV
- Bundesministerium für Bildung und Forschung, Projektträger Jülich
- CC e.V. Herstellverfahren und Automatisierung
- DAAD Deutscher Akademischer Austausch-Dienst
- DFG Normalverfahren
- DFG Sonderforschungsbereich Begutachtung
- Ministry for Education Life Long Learning & Religious Affairs
- Volkswagen Stiftung
- Universidad de Navarra, Spanien
- Universidad de Oviedo, Spanien
- Universidad de Salamanca, Spanien
- Fundación INASMET, Tecnicalia, San Sebastian, Spanien
- Fundación Fatronik, San Sebastian, Spanien
- Universidad de Sevilla, Spanien
- Asociación de Materiales Plásticos y Conexas, AIMPLAS, Valencia, Spanien
- Universidad de Valencia, Spanien
- Foundation CIDAUT, Valladolid, Spanien
- Universidad de Vigo, Spanien
- Budapest University of Technology and Economics, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Fluid Mechanics, and Institute of Machine Design, Ungarn
- Center for Composite Materials, University of Delaware, Newark, Delaware, USA
- Pennsylvania State University, State College, Pennsylvania, USA







# NOTES