



# JAHRESBERICHT 2010

Metallfasern in einer Glasfaser-PP-Matrix

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH  
Kaiserslautern

Jahresbericht 2010

---

© 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.iww.uni-kl.de>



## INHALT CONTENT

Mission / <i>Mission</i>	6
Organisation / <i>Organization</i>	8
Technologietransferteam / <i>Technology Transfer Team</i>	10
Kom-K-Tec	12
Branchen / <i>Sectors</i>	14
Industriekooperationen / <i>Industrial Cooperations</i>	16
Ausgründungen / <i>Spin-offs</i>	18
Weltweites Netzwerk / <i>Global R&amp;D Network</i>	22
Forschungsfelder / <i>Fields of Competences</i>	24
Technologien / <i>Technologies</i>	48
Mitarbeiter / <i>Staff</i>	50
Forschung / <i>Research</i>	52
Projekte / <i>Projects</i>	54
Kooperation - TU KL / <i>Cooperation - TU KL</i>	120
Lehre / <i>Teaching</i>	122
Messen / <i>Trade Fairs</i>	124
Besondere Ereignisse / <i>Special Events</i>	126
Mitgliedschaften in Verbänden <i>Memberships in Associations and Federations</i>	135
Veröffentlichungen / <i>Publications</i>	136
Poster	142
Promotionen / <i>Doctorates</i>	144
Fachgremien / <i>Expert Panels</i>	144
Gastwissenschaftler / <i>Guest Scientists</i>	145
Internationale Kooperationen / <i>International Cooperations</i>	146
Interne Kolloquien / <i>Internal Colloquia</i>	148

## ANLAGE ANNEX



Effizienter Umgang mit Ressourcen schon bei der Herstellung von Produkten, aber vor allem natürlich bei ihrer Benutzung und der umweltgerechten Entsorgung, geringst mögliche Emissionen und ein Maximum an Funktionalität, all das sind Forderungen, die Sie nur allzu gut aus Gesellschaft, Politik und aus Ihrem eigenen täglichen Leben kennen.

Durch den Einsatz von Composites können wir diesen Forderungen gerecht werden – wenn wir es richtig machen. Damit dies in Zusammenarbeit von Forschung und industrieller Entwicklung gut gelingt, gibt es das Institut für Verbundwerkstoffe. Mit über 100 hochqualifizierten Mitarbeitern und einem Netzwerk aus internationalen Forschungseinrichtungen und produzierenden Ausgründungen sind wir ein starker Partner der Industrie immer dann, wenn es darum geht, neue Composite-Bauweisen – für den Einsatz maßgeschneiderte Materialkombinationen – und möglichst effiziente Fertigungsverfahren zu entwickeln. Dazu stehen uns in unseren Laboratorien hochwertige Anlagen und Geräte zur Verfügung, die uns bauteilnahe Entwicklungsarbeiten erlauben – oft im Maßstab 1:1. Unsere Nähe zur Technischen Universität Kaiserslautern und ihren Fachbereichen – insbesondere Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Mathematik, Physik und Chemie – ermöglicht den gezielten Einsatz von Expertenwissen und Zugriff auf neue Ideen, die für erfolgreiche Entwicklungen von Composite-Anwendungen ganz entscheidend sind. Zudem leisten wir eine wichtige Arbeit bei der Ausbildung hochqualifizierter Arbeitskräfte und Wissenschaftler, die in der Industrie ganz dringend benötigt werden.

Unser diesjähriges 20-jähriges Bestehen mit den gebührenden Feierlichkeiten haben wir auch zum Anlass

genommen, aus den aktuellen Herausforderungen und unseren Erfahrungen die Richtung für unsere zukünftigen Schwerpunkte abzuleiten. Das IVW wird sich weiter auf die Entwicklung von Composites für die Automobilindustrie, die Luft- und Raumfahrt und den Maschinen- und Anlagenbau konzentrieren. Noch stärker als bislang werden wir uns in den Branchen Sport und Freizeit, Energietechnik und Bauwesen engagieren. Der Markt ist groß und fordernd. Die Nachfrage nach Composites – vor allem nach kohlenstofffaserverstärkten – steigt dramatisch an. Gleichzeitig haben Land, Bund und EU ihre Anstrengungen verstärkt, um die Entwicklung überlegener Composite-Produkte zu fördern. Damit das IVW Industriebetriebe auf dem Weg zu neuen Produkten und Produktionsverbesserungen noch besser unterstützen kann, haben wir ein neues Technologietransferteam eingerichtet (Seite 10). Das Team ist mit hoch motivierten Mitarbeitern aller technischen Disziplinen besetzt und kümmert sich ganz individuell um die Belange unserer Kunden. Zusätzlich ist das IVW Nukleus eines neuen Netzwerkes „Kom-K-Tec“ aus Firmen der ganzen Wertschöpfungskette im Bereich Composites (Seite 12). So können wir dafür sorgen, dass die besten Partner für den Erfolg von Entwicklungsvorhaben zusammenwirken.

Wie Sie davon profitieren können? Einige Beispiele unserer Arbeiten und Innovationen finden Sie in diesem Jahresbericht. Und für Ihre ganz spezielle Anwendung: bitte fragen Sie uns!



Herzlichst Ihr

Ulf Breuer



Efficient utilization of resources from cradle to grave, lowest possible emissions and a maximum of product functionality during its application phase: all these are challenges for society and politics that you know only too well from your everyday life.

Composites can play a decisive role in meeting these challenges – if we do it in the right manner. The Institute for Composite Materials (IVW) lives for this purpose. With more than 100 technicians and scientists and with a network of internationally leading research institutions and spin-off-companies we are a strong partner for engineering industrial composite applications. We develop advanced composite designs, tailored material combinations, and efficient manufacturing technology – often in a 1:1 scale – by means of leading-edge laboratory and manufacturing equipment. Co-operating with the University of Kaiserslautern and being located within the university campus allows us quick access to expert knowledge on demand and to new ideas especially from the faculties of engineering, physics, chemistry, and mathematics. Through integration of research and teaching we contribute to the education of highly qualified engineers, with special skills in composites, urgently required by industrial companies in many different sectors.

2010 we celebrated our 20th anniversary. The IVW can be proud of what has been achieved so far. However, we will not rest on our laurels but improve our skills and align our key activities to meet the challenges of our industrial customers especially in the automotive, aeronautical, as well as in the machine industry and manufacturing plant sectors.

We will also increase our involvement in sports & leisure product engineering, as well as in the energy and construction sectors. The market is already big and still growing rapidly. The industrial demand, especially for carbon fiber reinforced composites, is enormous. The governments of Rhineland-Palatinate, Germany, and the European Union have all increased their means to promote the development of advanced composite products. In order to improve our support to our industrial customers and their developments of advanced composite structures, we established a new “Technology Transfer Team”, consisting of highly motivated staff members representing all disciplines (page 11). The team will give special attention to the individual needs of our customers. Furthermore, the IVW is the nucleus of a new network “Kom-K-Tec”, consisting of industrial partners along the value-added chain (page 13). This way we can guarantee that the best available contributors work closely together for a joint success.

Would you like to benefit from our know-how? A few examples of our work and innovations can be found in this report. And for your next composite application: Please contact us!

Ulf Breuer

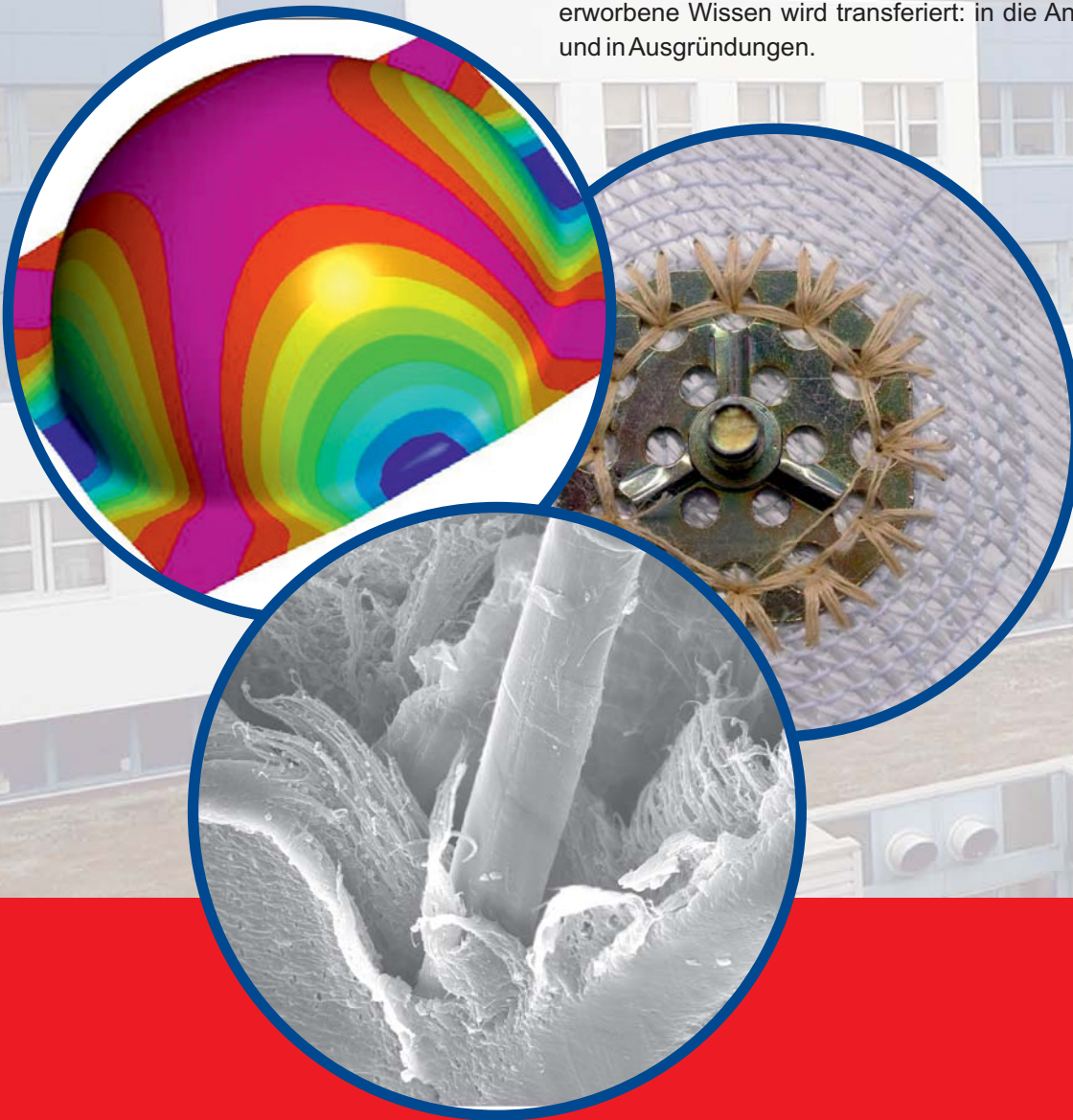
Die Institut für Verbundwerkstoffe GmbH  
auf einen Blick

*The Institute for Composite Materials GmbH  
at a Glance*

2010

Gesamthaushalt [Mio. €] / <i>Overall Budget [m€]</i>	7,4
Eingeworbene Projektmittel [Mio. €] / <i>Acquired Project Funding [m€]</i>	4,2
Investitionen [Mio. €] / <i>Investments [m€]</i>	0,9
Projekte / <i>Projects</i>	150
Veröffentlichungen, Vorträge, Poster <i>Publications, Talks, Posters</i>	112
Vorlesungen, Labore / <i>Lectures, Laboratories</i>	
SS [SWh]	16
WS [SWh]	9
Promotionen / <i>Doctorates</i>	4
Mitarbeiter / <i>Staff</i>	
Stammpersonal / <i>Permanent Staff</i>	93
Doktoranden / <i>PhD Students</i>	7
Gastwissenschaftler / <i>Guest Scientists</i>	15
Wissenschaftliche Hilfskräfte / <i>Student Assistants</i>	44

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.

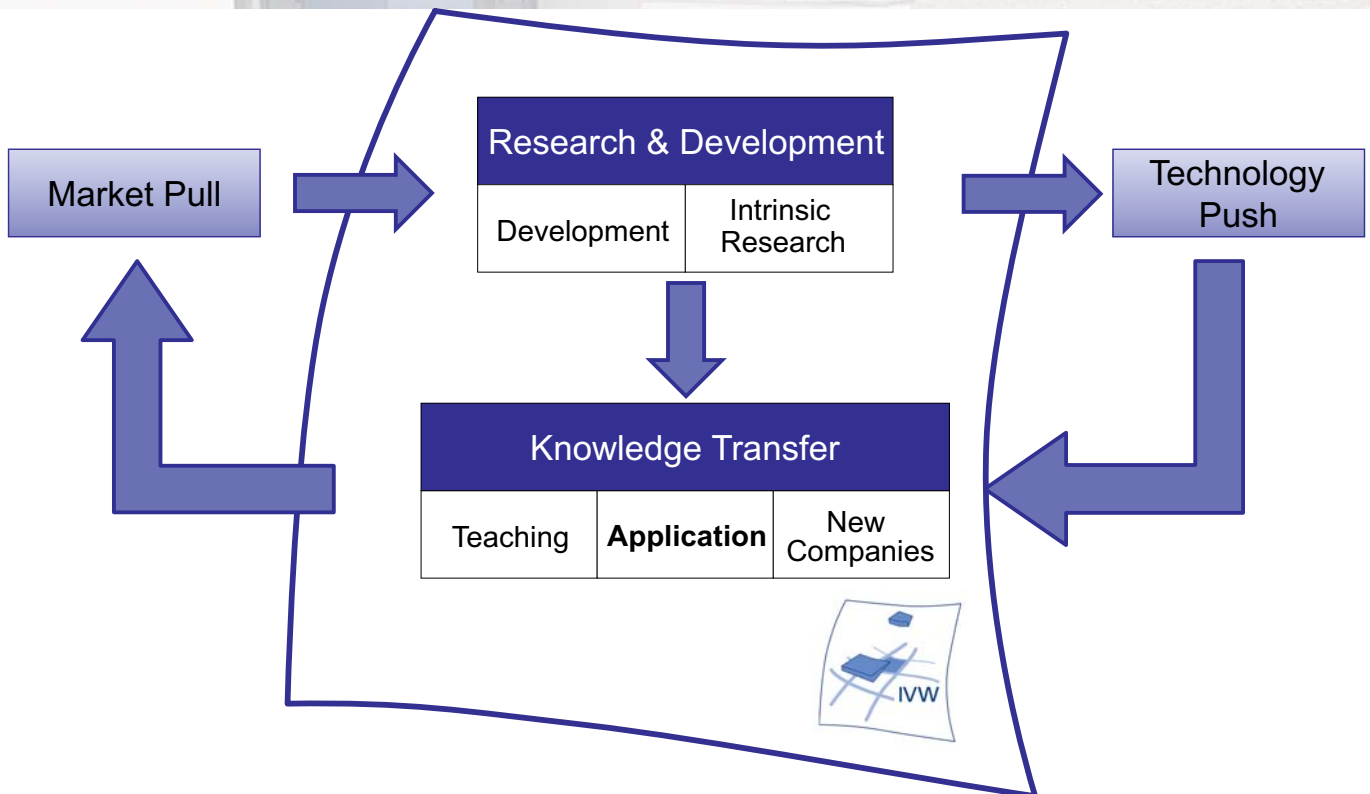




# MISSION

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*



# ORGANISATION

(Stand: 31. Dezember 2010)



## 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

### Ministerialrat Reinhold Bott

Ministerium der Finanzen, Mainz

### Dr. Frank-Dieter Kuchta

Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur, Mainz

### Univ.-Prof. Dr. rer. nat. H. J. Schmidt

Präsident,

Technische Universität Kaiserslautern

## 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

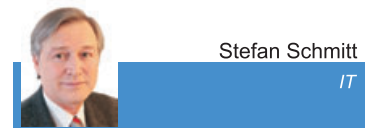
Audi AG

### Dr. Michael Heine

SGL Carbon AG

### Prof. Dr. Wolfgang Knoll

AIT Austrian Institute of Technology GmbH



# ORGANISATION



**Martin Maier**  
Abteilungsleiter / Manager  
Berechnung & Konstruktion  
Design



**Ulf Breuer**  
Abteilungsleiter / Manager  
Werkstoffwissenschaft  
Materials Science



**Peter Mitschang**  
Abteilungsleiter / Manager  
Verarbeitungstechnik  
Manufacturing Science



**Sabine Yancey**  
Sekretariat  
Secretariat



**Nora Opitz**  
Sekretariat  
Secretariat



**Dagmar Fuchs**  
Sekretariat  
Secretariat



**Norbert Himmel**  
Gruppenleiter / Group Leader  
Berechnung & Konstruktion  
Design



**Thomas Burkhart**  
Gruppenleiter / Group Leader  
Werkstoffwissenschaft  
Materials Science

## Technisches Stammpersonal / Technical Permanent Staff



**Jörg Blaurock**  
Optical Measurement



**Steven Brogdon**  
Unidirect. Comp.



**Volker Disandt**  
Thermoset Comp.



**Pia Eichert**  
Material Analysis



**Hans-Peter Feldner**  
Tribology



**Holger Franz**  
Thermoset Comp.



**Stefan Gabriel**  
Crash/Energyabsorpt.



**Stephan Giehl**  
Thermopl. Comp.



**Hermann Giertzsch**  
Microscopy



**Werner Gölzer**  
Fatigue



**Karl -Heinz Hammer**  
Thermoset Comp.



**Valentine Kessler**  
Design



**Jens Lichtner**  
Unidirect. Comp.



**Peter Mang**  
Thermoplastic Comp.



**Michael Nast**  
Thermoplastic Comp.



**Erhard Natter**  
Compr. Moulding



**Michael Päßler**  
Compr. Moulding



**Heidrun Plocharzik**  
Chemical Synthesis



**Ralf Schimmele**  
Mechanical Analysis



**Stefan Schmitt**  
Surface Analysis



**Uwe Schmitt**  
Thermoset Comp.



**Ralph Schneider**  
Crash/Energyabsorpt.



**Eric Schott**  
Thermoplastic Comp.



**Roman Schüler**  
Thermoset Comp.



**Joachim Stephan**  
Tribology



**Petra Volk**  
Material Analysis



**Rolf Walter**  
Extrusion



**Thorsten Weick**  
Unidirect. Comp.

## Technologietransferteam

Am Institut für Verbundwerkstoffe werden jährlich über 150 Projekte bearbeitet. Die Bandbreite reicht von der Erarbeitung des Grundlagenverständnisses neuer Bauweisen, Materialien und Prozesse bis hin zur Entwicklung neuer industrieller Anwendungen. Um zukünftig den Weg von den Grundlagen bis zur Anwendung noch effizienter zu gestalten, wurde Ende 2010 ein Technologietransferteam am IVW eingerichtet.

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

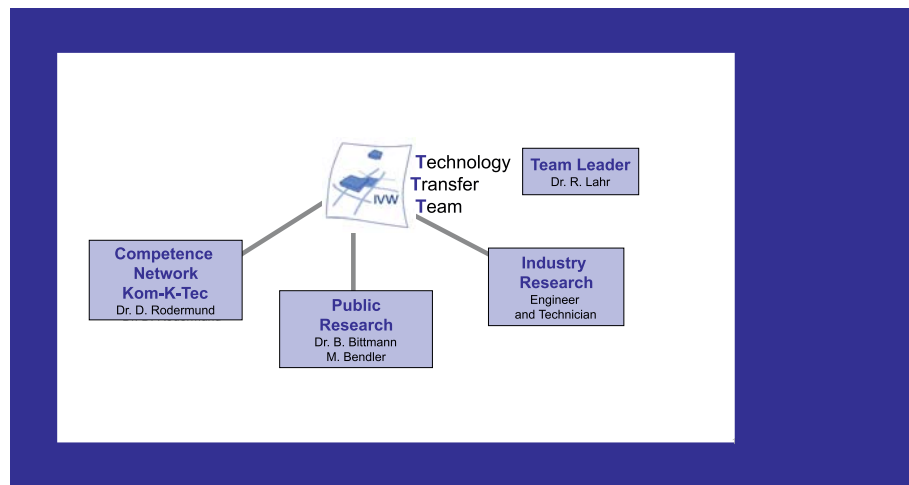
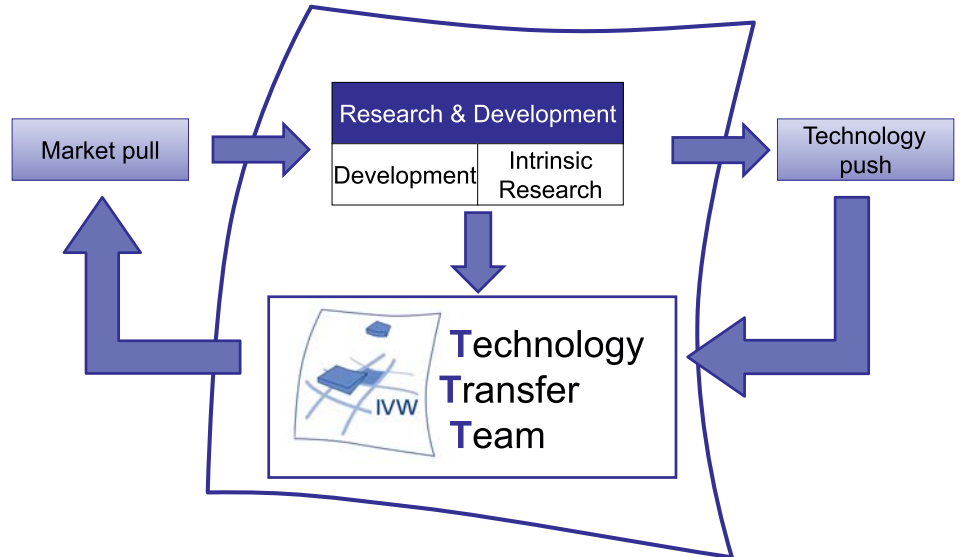
*Team leader Dr. Robert Lahr (right) and  
Kom-K-Tec networking officer  
Dr. Dietrich Rodermund*

# Technology Transfer Team

The institute handles more than 150 projects per year, from developing a fundamental understanding of new designs, materials, and processes to the development of new industrial applications. At the end of 2010, a technology transfer team was established at IVW to maximize the efficiency of this process - from fundamentals to applications - in the future.

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 multi-disciplinary 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.



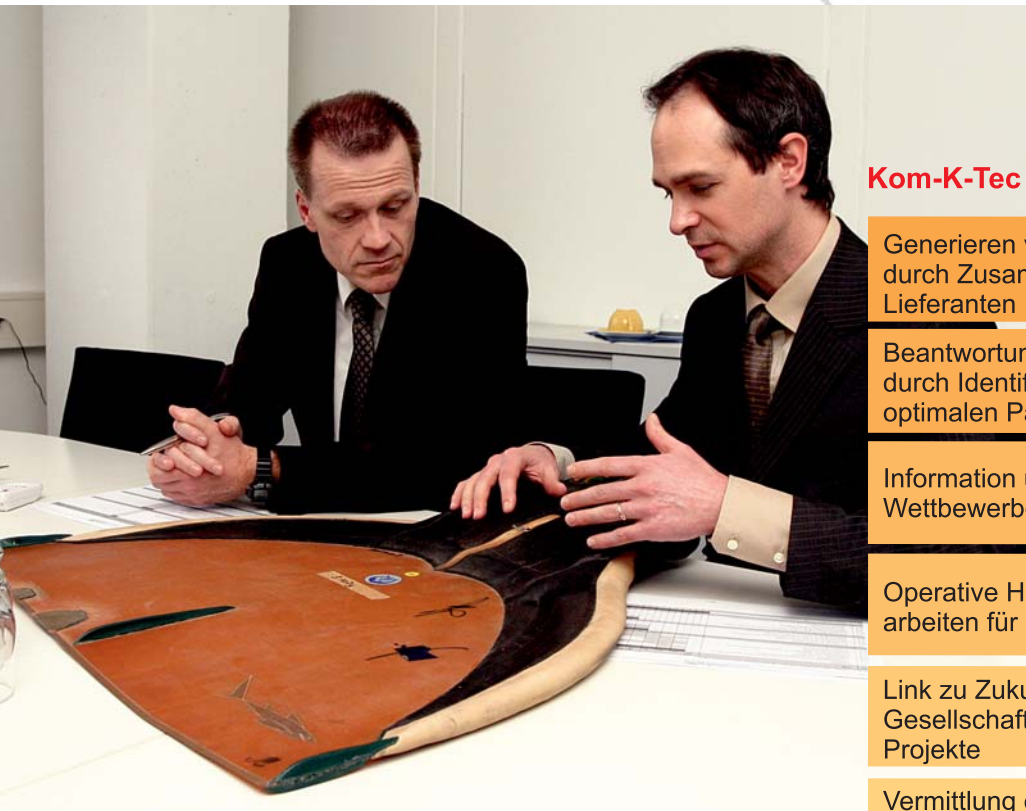
**Dr.-Ing. Robert Lahr**  
Manager

**KONTAKT / CONTACT:**

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

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

Das Kompetenznetzwerk Kunststoff-Technologie „Kom-K-Tec“ wurde im September 2010 auf Initiative des Landes Rheinland-Pfalz, der Institut für Verbundwerkstoffe GmbH und vier Unternehmen der Kunststoff-Branche ins Leben gerufen. Kom-K-Tec richtet sich an sämtliche Akteure der Wertschöpfungskette im Bereich Kunststoffe.



Dr.-Ing. Dietrich Rodermund im Gespräch mit Prof. Dr.-Ing. Martin Böhle (TU KL, Lehrstuhl für „Strömungsmechanik und Strömungsmaschinen“ SAM)

*Dr.-Ing. Dietrich Rodermund in discussion with Prof. Dr.-Ing. Martin Böhle (University of Kaiserslautern, Chair of „Strömungsmechanik und Strömungsmaschinen“ SAM)*

### Kom-K-Tec Mission: 10 Ziele

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

## Wann profitieren Sie mit ?

## Competence Network Plastics Technology Rhineland-Palatinate „Kom-K-Tec“

Initiated by the State of Rhineland-Palatinate, the Institut für Verbundwerkstoffe, and four local companies in the plastics industry, the competence network Kunststoff-Technologie „Kom-K-Tec“ was established in September 2010. Kom-K-Tec addresses all stakeholders within the value added chain in the area of plastics.

### Kom-K-Tec Mission: 10 Goals

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,  
Bierther GmbH,  
Celstran GmbH,  
CFP Carbon Fiber Products GmbH,  
CirComp GmbH,  
Fachhochschule Kaiserslautern,  
Jens Schliessmeyer Kunststoffartikel GmbH,  
Lehrstuhl für „Strömungsmechanik und Strömungsmaschinen“ SAM, TU, KL  
MS Suchy GmbH,  
NanoProfile GmbH

## When will you make use of these opportunities ?



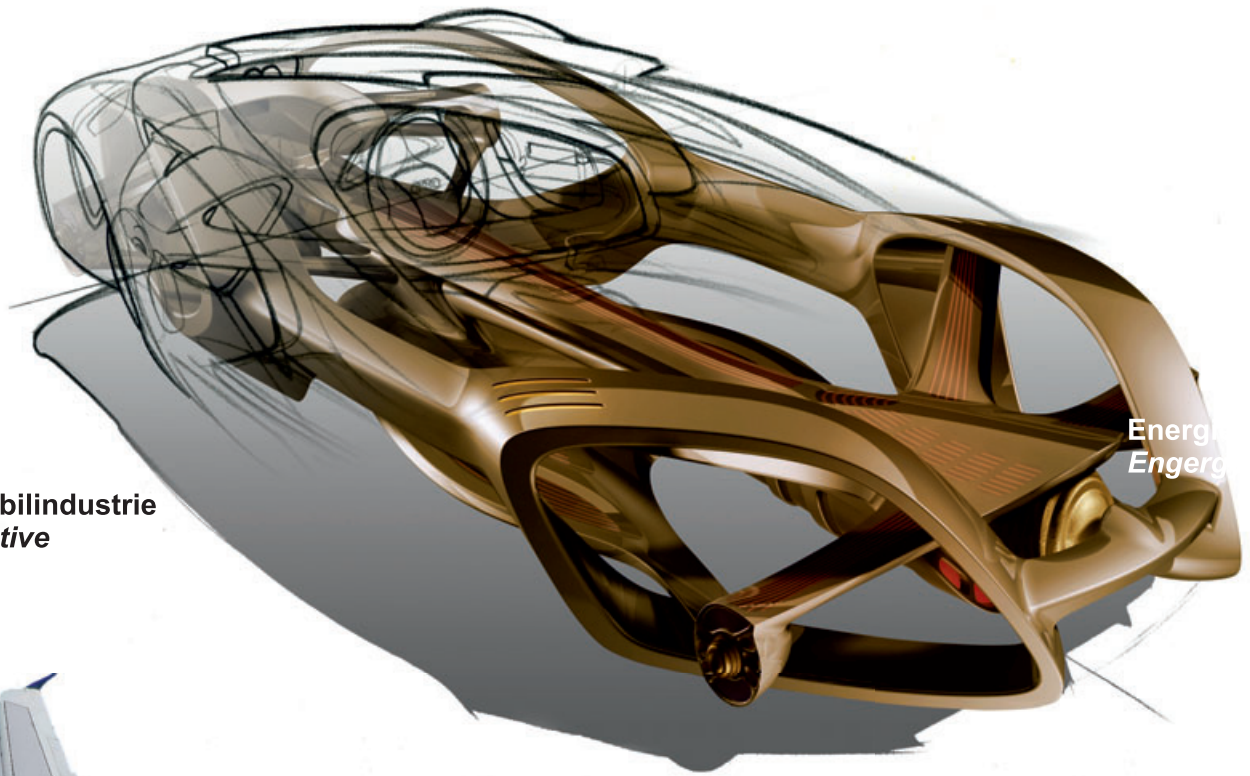
**Dr.-Ing. Dietrich Rodermund**  
Network Officer

### KONTAKT / CONTACT:

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

Anwendungen für Verbundwerkstoffe  
*Applications for Composite Materials*

Automobilindustrie  
*Automotive*



Energie  
*Energy*



Luftfahrt  
*Aeronautics*



# BRANCHEN



## BRANCHEN

Automobil  
Luftfahrt  
Maschinenbau

Raumfahrt  
Sport und Freizeit  
Baugewerbe  
Energie  
Militär und Sicherheit  
Medizintechnik

Schiffsbau  
Elektroindustrie  
Chemie  
IT  
Sonstige

## SECTORS

Automotive  
Aeronautics  
Engineering

Astronautics  
Sports and Recreation  
Construction Industry  
Energy  
Military and Security  
Medical Engineering

Shipbuilding  
Electrical Industry  
Chemical Industry  
IT  
Other

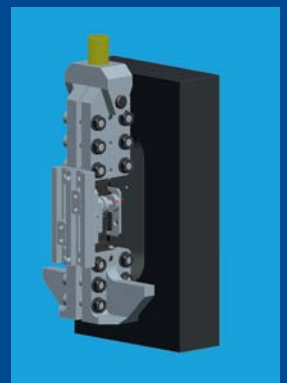
**Sport und Freizeit**  
*Sports and Recreation*



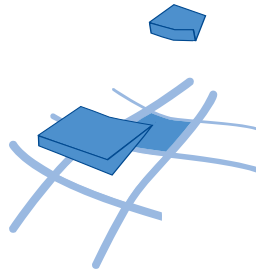
**Medizintechnik**  
*Medical Engineering*



**Maschinenbau**  
*Engineering*



# 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)



# KOOPERATIONEN





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.

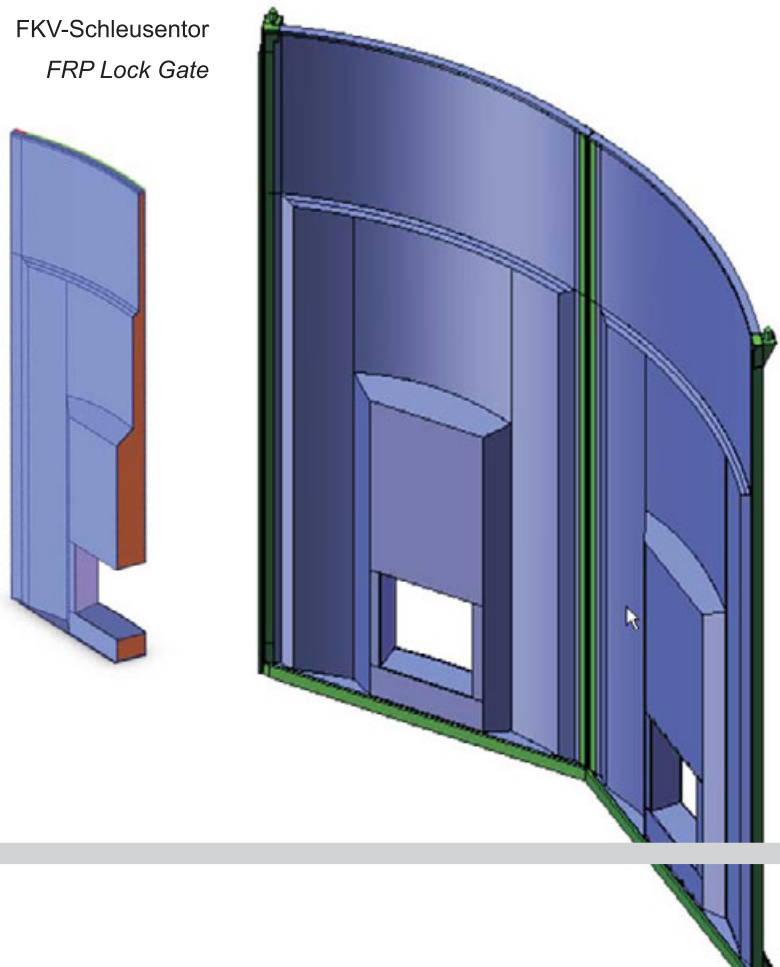
www.adete.com



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

**KONTAKT / CONTACT:**  
ADETE - Advanced Engineering  
& Technologies GmbH  
Opelstraße 10  
D-67661 Kaiserslautern

FKV-Schleusentor  
*FRP Lock Gate*



# AUSGRÜNDUNGEN



**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.

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



**Dipl.-Chem. Andreas Gebhard**  
Geschäftsführer  
Chief Executive Officer

**KONTAKT / CONTACT:**  
NanoProfile GmbH  
Sauerwiesen 2  
D-67661 Kaiserslautern



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  
D-67661 Kaiserslautern

# AUSGRÜNDUNGEN

## 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 Millionen US-Dollar. Das Unternehmen hat weltweit rund 1.630 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 \$1109 million in the 2010 business year. The company has approximately 1,630 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).



**Dr. Stephan Hess**  
Geschäftsführer  
Chief Executive Officer

**KONTAKT / CONTACT:**  
Ticona GmbH  
Professor-Staudinger-Str.  
D-65451 Kelsterbach



[www.ticona.com](http://www.ticona.com)

Ansicht des Verwaltungsgebäudes im Werk Kelsterbach  
*View of the administration building at Ticona's Kelsterbach site*



Werk Kelsterbach Forschung und Entwicklung,  
Polymerherstellung, Compounding

*Ticona Site Kelsterbach, Germany*

*Primary Activities:*

*Research, Polymer Production, Compounding*

# NETZWERKE WELTWEIT

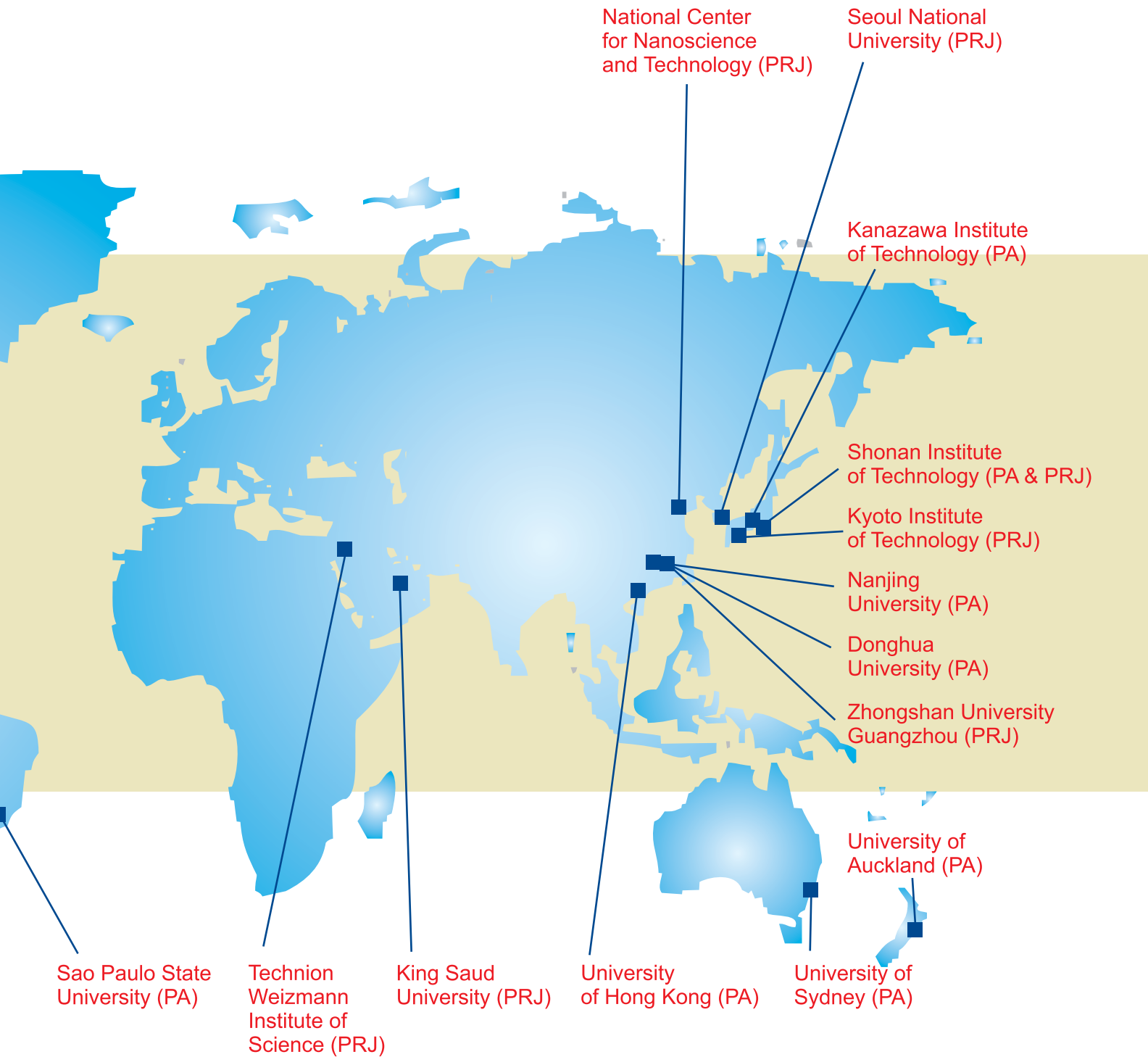
Wir verfügen über ein weltweites Netzwerk renommierter Einrichtungen. Durch die Zusammenarbeit in internationalen Projekten, den personellen Austausch von Spitzenkräften und unsere Präsenz „vor Ort“ verfügen wir somit über das weltweit jeweils aktuellste „Know-how“ auf dem Gebiet der Composites. Mit 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, Tokyo (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.*



# NETZWERKE



## Bauweisenentwicklung

Dieser Bereich 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. ProEngineer) 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 Hochauftriebskomponenten
Automobilbau	Karosserie- und 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, [norbert.himmel@ivw.uni-kl.de](mailto:norbert.himmel@ivw.uni-kl.de)

# Design of Composite Structures

This area covers the development of lightweight structures of fiber polymer composites (FRP) for new applications as well as the substitution of existing designs made of other materials. In this area Finite Element programme systems (especially ANSYS) with specialized meshing and CAD programs (ANSA, ProEngineer) and inhouse developed subroutines for modelling and description of strength and failure mechanisms of FRP (strength criteria, degradation, nonlinear material models, unit cell modeling, variance analysis) are applied.

Economic Sectors	Applications (Examples)
Aerospace	Fuselage and tail structures, high lift components
Automotive	Body-in-white and under-carriage 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, [norbert.himmel@jvw.uni-kl.de](mailto:norbert.himmel@jvw.uni-kl.de)

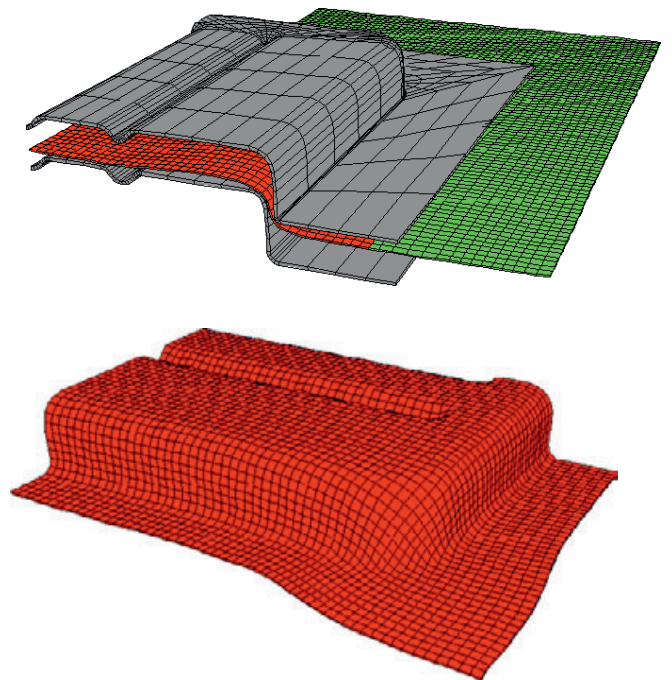
## Prozesssimulation

Die Kompetenzen im Bereich Prozesssimulation umfassen die Simulation und Optimierung von Verarbeitungsprozessen, Herstellzeiten und -kosten sowie Produktverbesserungen; die Simulation von Harzinjektionsverfahren, von Umformprozessen thermoplastischer faserverstärkter Halbzeuge und von Thermoplast-Tapelegen, Modellansätze zum Einfluss von Nähen und Bindern auf die 2D-Permeabilität, die Modellierung von thermoplastischen Imprägnier- und Schweißvorgängen und die Übertragung der Ergebnisse der Prozesssimulation in die strukturmechanische Auslegung von Bauteilen.

Branchen	Anwendungen
Luftfahrt	Fahrwerksklappe
Automobilbau	Bodenstruktur
Maschinenbau	Walzen
Sport und Freizeit	Surfbrett
Militär und Sicherheit	Diverse
Energie	Rotorblätter

### Typische Werkstoffe

GFK  
CFK  
kontinuierlich verstärkte Systeme



### Spezielle Leistungsmerkmale:

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

KONTAKT: Prof. Dr.-Ing. Martin Maier, [martin.maier@ivw.uni-kl.de](mailto:martin.maier@ivw.uni-kl.de)

# Process Simulation

Process simulation areas of expertise include the simulation and optimization of manufacturing processes, cost and time, as well as product enhancements; the

simulation of resin-transfer-molding techniques, of thermoplastic fiber reinforced prepreg stamping processes and the thermoplastic tape placement, model approaches with regard to the impact of sewing and thermoplastic binders on the 2D permeability, modelling of thermoplastic impregnation and welding processes, and transfer of the process simulation results to the structure mechanical design of components.

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



## 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: Prof. Dr.-Ing. Martin Maier, [martin.maier@ivw.uni-kl.de](mailto:martin.maier@ivw.uni-kl.de)

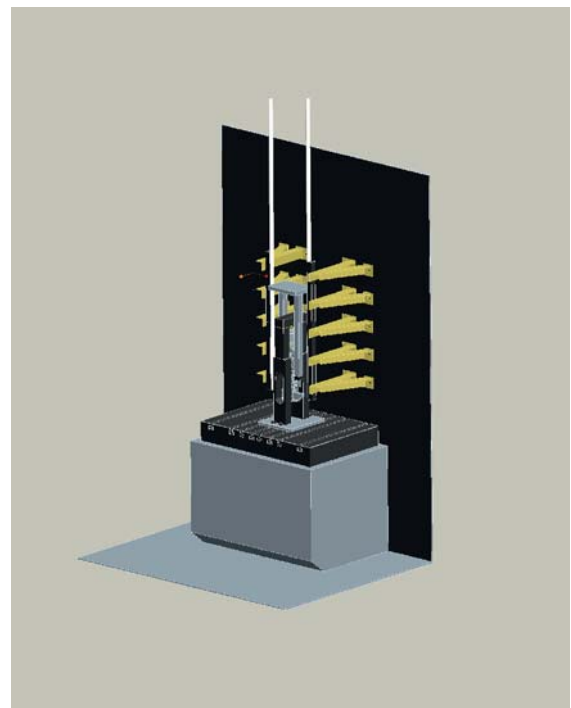
## Modellierung, Simulation und Prüfung des Impact- und Crashverhaltens

Dieses Kompetenzfeld beinhaltet die experimentelle Untersuchung, Modellierung und Simulation von Materialien und Bauteilen bei kurzzeitdynamischer Beanspruchung; Grundlagenforschung zu Anwendungen der Energieabsorption von Faser-Kunststoff-Verbunden, porösen und zellularen Werkstoffen sowie von Sandwichstrukturen; die gezielte Eigenschaftsverbesserung von Energie absorbierenden Bauteilen und Erforschung von Versagens- und Energieabsorptionsmechanismen sowie Betrachtung und Analyse der gesamten Wirkkette der Energieabsorption im Detail; und die Sensitivitätsanalyse von Energie absorbierenden Bauteilen und Systemen zur Entwicklung von zuverlässigen und robusten Crash-Absorberstrukturen.

Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Automobilbau	Karosseriestrukturen
Militär und Sicherheit	lasttragende Strukturen
Energie	Druckbehälter

### Typische Werkstoffe

GFK  
CFK  
AFK  
Mischsysteme  
kontinuierlich faserverstärkte Polymere



### Spezielle Leistungsmerkmale:

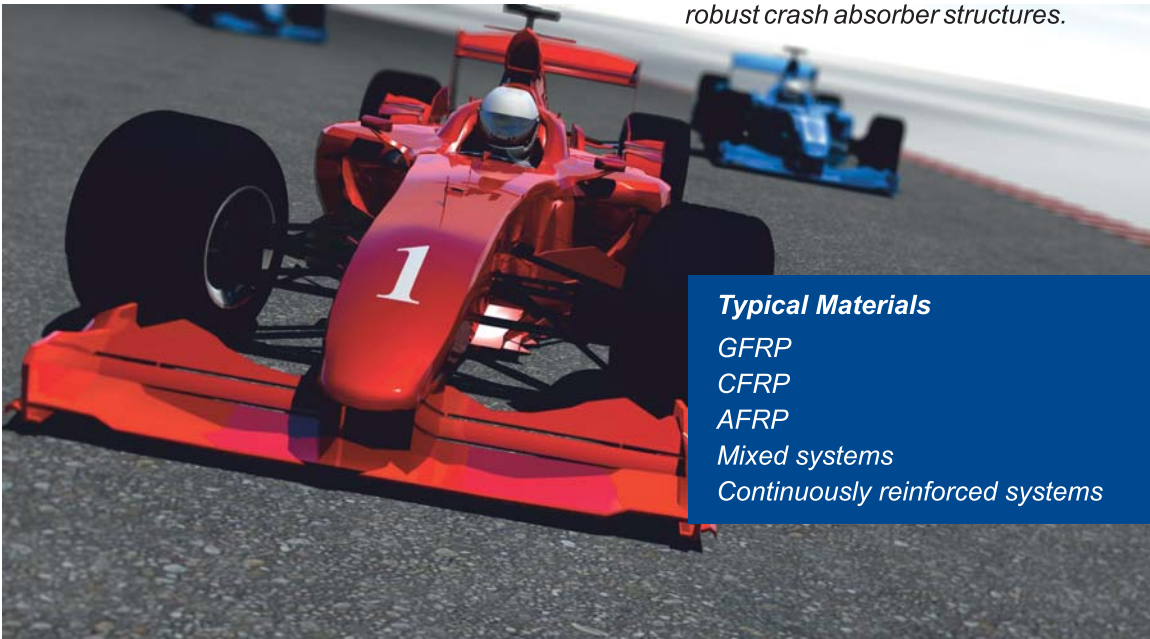
- Abdeckung der Kraft- und Geschwindigkeitsbereiche durch Katapult-Crashanlage, Fallturm und Hochgeschwindigkeitsprüfmaschine

KONTAKT: Prof. Dr.-Ing. Martin Maier, [martin.maier@ivw.uni-kl.de](mailto:martin.maier@ivw.uni-kl.de)

# Modeling, Simulation, and Testing of Impact and Crash Behavior

*This field includes the experimental investigation, modeling, and simulation of materials and components at short term dynamic loads; fundamental research with regard to applications for energy absorption of fiber polymer composites, porous and cellular materials as well as sandwich structures; selective property improvement of energy absorbing components and the research of failure and energy absorption mechanisms as well as consideration and analysis of the entire reaction chain of energy absorption in detail; and the sensitivity analysis of energy absorbing components and systems in order to develop reliable and robust crash absorber structures.*

<b>Economic Sectors</b>	<b>Applications (Examples)</b>
<b>Automotive</b>	<b>Body structures</b>
<b>Military and Security</b>	<b>Load bearing structures</b>
<b>Energy</b>	<b>Pressure vessels</b>



### Typical Materials

- GFRP
- CFRP
- AFRP
- Mixed systems
- Continuously reinforced systems

### Special Expertise:

- Coverage of force and velocity regions via catapult crash facility, drop tower, and high speed test facility
- CONTACT: Prof. Dr.-Ing. Martin Maier, [martin.maier@jvw.uni-kl.de](mailto:martin.maier@jvw.uni-kl.de)

## Ermüdung und Lebensdaueranalyse

Im Bereich Ermüdung und Lebensdaueranalyse erfolgt die experimentelle Charakterisierung und Modellierung des Schwingerermüdungsverhaltens 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

Automobilbau

Maschinenbau

Militär und Sicherheit

### Anwendungen (Beispiele)

Karosseriestrukturen

schnell bewegte Maschinenteile

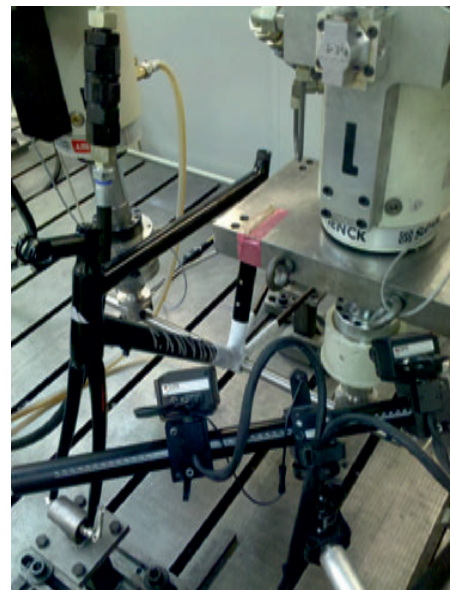
lasttragende Strukturen

### 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

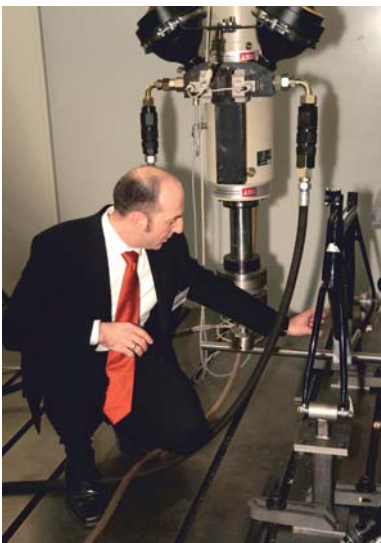
KONTAKT: PD Dr.-Ing. habil. Norbert Himme, [norbert.himmel@ivw.uni-kl.de](mailto:norbert.himmel@ivw.uni-kl.de)



# Fatigue and Fatigue Life Analysis

In the area of fatigue and fatigue life analysis research is being carried out with the subjects as follows: experimental characterization and modeling of the fatigue behaviour 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 nonlinear 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.

<b>Economic Sectors</b>	<b>Applications (Examples)</b>
<b>Automotive</b>	<b>Body structures</b>
<b>Engineering</b>	<b>High accelerated machine parts</b>
<b>Military and Security</b>	<b>Load bearing structures</b>



## 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, [norbert.himmel@ivw.uni-kl.de](mailto:norbert.himmel@ivw.uni-kl.de)

## Prozess-Struktur-Eigenschafts-Beziehungen

In diesem Kompetenzfeld erfolgt die grundlegende Erforschung von Verarbeitungsprozessen einschließlich Formulierungszusammensetzung und deren Auswirkungen auf die Werkstoffstruktur sowie die physikalischen, mechanischen und chemischen Werkstoffeigenschaften; die Untersuchung der Auswirkung der Verarbeitungstechnik auf das strukturelle Verhalten von schnittfaser-, endlosfaser-, textildfaser- und partikelverstärkten Thermoplasten sowie Hybrid-Duroplasten; die Entwicklung von MFCs, MPCs (Microfibrular Composites, Microplate Composites) und IPNs (Interpenetrated Networks) sowie spezieller Hybridkomposite z.B. für Korrosionsschutz oder Flammschutz und spezieller Hydrogele für medizintechnische Anwendungen.

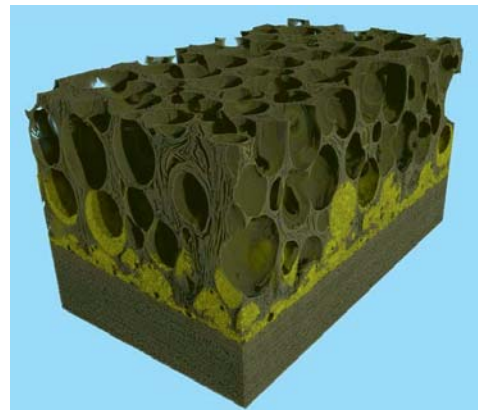
Branchen	Anwendungen (Beispiele)
Automobilbau	Beschichtungen
Maschinenbau	Lager-, Walzenwerkstoffe
Medizintechnik	Kniegelenke, Hüftprothesen
Energie	Behälter

### Werkstoffkonzepte

GFK  
CFK  
MFC  
MPC  
MLC

### Werkstoffklassen

Thermoplaste: PP, PA, PPS, PEEK, PLA, PAI  
Duroplaste: EP, UP, VE, PH, FU  
Elastomere: PU, NR, BR



### Spezielle Leistungsmerkmale:

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

KONTAKT: Dr. rer. nat. Thomas Burkhart, [thomas.burkhart@ivw.uni-kl.de](mailto:thomas.burkhart@ivw.uni-kl.de)

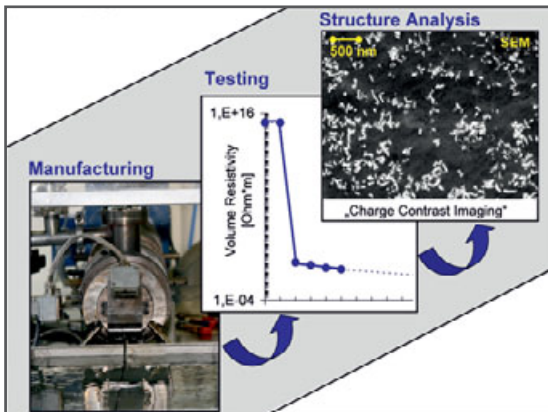
# Process-Structure-Property-Relations

In this field the fundamental research of manufacturing processes including polymer formulation and their effects on the material structure as well as the physical,

mechanical, and chemical material properties; the investigation of the effect of manufacturing methods on the structure mechanical behavior of chopped fibers, continuous fibers, textile fibers and particle reinforced thermoplasts as well as hybrid thermosets; the development of MFCs,

MPCs (Microfibrillar Composites, Microplate Composites) and IPNs (Interpenetrated Networks) as well as special hybrid composites, e.g. for corrosion protection or fire proofing and special hydro gels for medical applications will be carried out.

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



## Material Concepts

GFRP  
CFRP  
MFC  
MPC  
MLC

## Material Classes

Thermoplasts: PP, PA, PPS, PEEK, PLA, PAI  
Thermosets: EP, UP, VE, PH, FU  
Elastomers: PU, NR, BR

### Special Expertise:

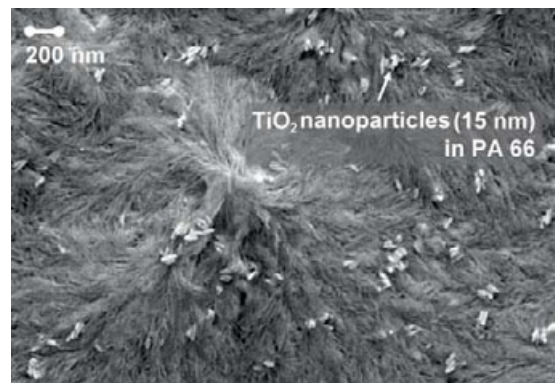
- Process and material development, especially tribological applications
- Hybrid composites on the basis of polymer blends/IPNs, e.g. MFC, MPC, and MLC

CONTACT: Dr. rer. nat. Thomas Burkhart, [thomas.burkhart@ivw.uni-kl.de](mailto:thomas.burkhart@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 Flüssigdosierung

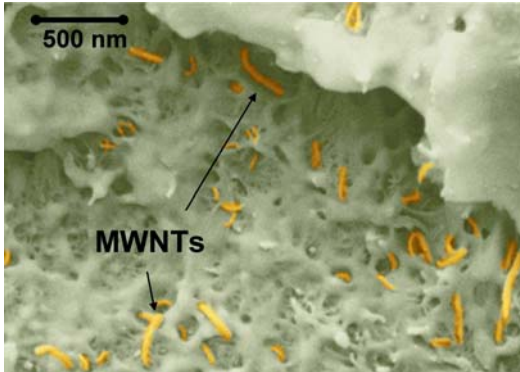
KONTAKT: Dr. rer. nat. Martin Gurka, [martin.gurka@ivw.uni-kl.de](mailto:martin.gurka@ivw.uni-kl.de)

# 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
Aeronautics	Corrosion protection
Engineering and Systems Engineering	Fire proofing, scratch resistance, EM shielding
Energy	Barrier coatings
Medical Engineering	Improvement of stiffness and toughness



## Typical Materials

Nano particles:

- 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, [martin.gurka@ivw.uni-kl.de](mailto: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 Schmierung 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, [thomas.burkhart@ivw.uni-kl.de](mailto:thomas.burkhart@ivw.uni-kl.de)

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.

logical 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	High accelerated machine parts, piston bearings- and calander covers



### 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, [thomas.burkhart@ivw.uni-kl.de](mailto:thomas.burkhart@ivw.uni-kl.de)

## Werkstoffcharakterisierung

Im Kompetenzfeld Werkstoffcharakterisierung sind alle Methoden für die umfassende Charakterisierung von Polymer basierten Verbundwerkstoffen zusammengefasst. Neben der Methodenkompetenz, die alle wichtigen Bereiche z.B. von der mechanischen Charakterisierung über bildgebende Verfahren oder der thermischen Analyse bis hin zur chemischen Charakterisierung umfasst, besteht ein breites Werkstoff-Wissen über Polymere, die Verstärkungskomponenten wie z.B. Carbon- oder Glasfasern und deren Verarbeitung. Neben der Verwendung von Standardmethoden werden auch speziell auf die Untersuchung von polymeren Verbundwerkstoffen zugeschnittene Verfahren weiterentwickelt und eingesetzt.

Vorhandene Methoden	Ausstattung
<b>Mechanische Charakterisierung</b>	Universalprüfmaschine, Schlagpendel, Ultramikrohärteprüfung, hochdynamische Werkstoff-Charakterisierung
<b>Bildgebende Methoden</b>	Raster Elektronenmikroskopie, Atomic-Force-Mikroskopie, $\mu$ -Computer-Tomographie, Lichtmikroskopie
<b>Thermische Analyse</b>	DSC, DMTA, DTG, TMA, Dielektrische Thermische Analyse
<b>Rheologie</b>	Rotations-, Hochdruck-Kapillar- & Plattenrheometer, Messknetzer
<b>Chemische Charakterisierung</b>	IR-Spektroskopie (Transmission & ATR), Wellenlängen- und Energie dispersive Röntgenspektroskopie

### Typische Werkstoffe

Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere  
Carbon- & Glasfasern, anorganische Füllstoffe



### Spezielle Leistungsmerkmale:

- Breites Methodenspektrum (thermisch, mechanisch, optisch, physikalisch) in Verbindung mit umfassendem Werkstoff-Know-how
- Kombination von  $\mu$ -Computer Tomographie mit mechanischer Charakterisierung
- Analytisches Auslegungswerkzeug LION (Eigenentwicklung)

KONTAKT: Dr. rer. nat. Martin Gurka, [martin.gurka@ivw.uni-kl.de](mailto:martin.gurka@ivw.uni-kl.de)



# Material Characterization

In the field of material characterization all methods for a comprehensive characterization of polymer based composites are combined. Apart from the methodological skills, which include all important areas, e.g. the mechanical characterization, imaging methods, thermal analysis, or chemical characterization, there is a broad material knowledge about polymers, reinforcing components like carbon or glass fibers and their processing. In addition to the use of standard methods, techniques that are especially tailored for the examination of polymer composites are further developed and applied.

Methods available	Equipment
Mechanical Characterization	Universal testing machine, pendulum, hardness testing, high dynamical material characterization
Imaging Methods	Scanning electron microscopy, atomic-force-microscopy, $\mu$ -computer-tomography, light microscopy
Thermal Analysis	DSC, DMTA, DTG, TMA, dielectric thermal analysis
Rheology	Rotation, high pressure capillar- & plate rheometer, kneading machine
Chemical Characterization	IR-Spectroscopy (transmission & ATR), wavelength and energy dispersive x-ray spectroscopy



## Typical Materials

Thermoplastics, thermosets, elastomers, carbon and glass fibers, anorganic fillers

### Special expertise:

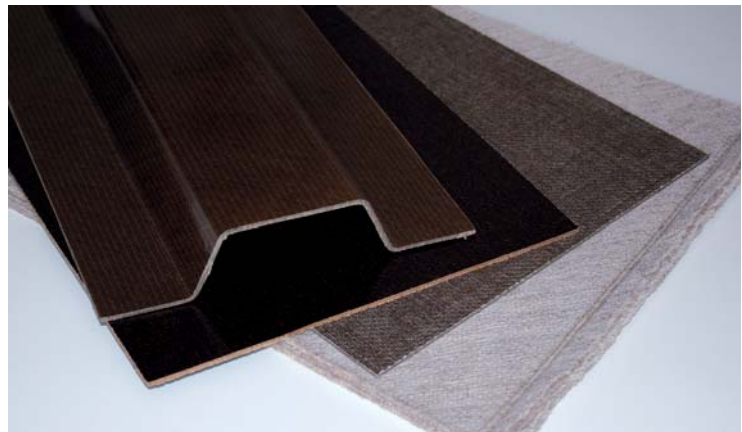
- Wide spectrum of methods (thermal, mechanical, optical, physical) in connecting with profound material know-how
- Combination of  $\mu$ -computer tomography with mechanical characterization
- Analytical dimensioning tool LION (in-house development)

CONTACT: Dr. rer. nat. Martin Gurka, [martin.gurka@ivw.uni-kl.de](mailto:martin.gurka@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 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, NFT, 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: Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang, [peter.mitschang@ivw.uni-kl.de](mailto:peter.mitschang@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.

<b>Economic Sectors</b>	<b>Applications (Examples)</b>
<b>Automotive</b>	<i>Semistructural parts in the chassis, spoilers and wind deflectors, interiors</i>
<b>Engineering</b>	<i>High accelerated elements, paneling</i>
<b>Electrical Industry</b>	<i>Switch cabinets</i>



## 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: Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang, [peter.mitschang@ivw.uni-kl.de](mailto:peter.mitschang@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. in-line Direktimprägnierung 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

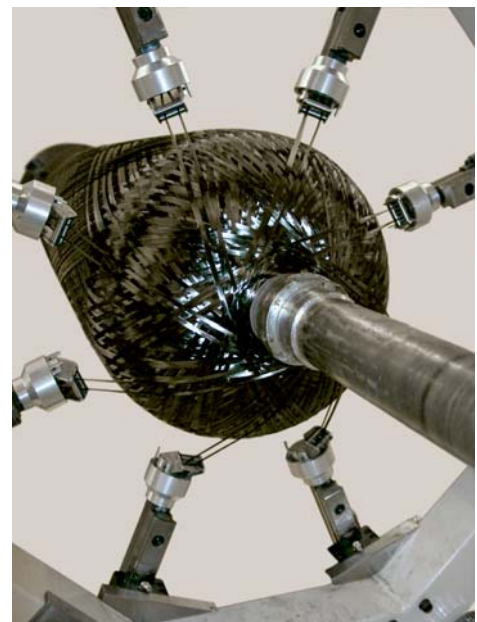
GFK, CFK, Roving und Tape

Epoxyharz, 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, [peter.mitschang@ivw.uni-kl.de](mailto: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	High accelerated machine parts, shafts
Sports and Recreation	Bicycles
Energy	Pressure vessels

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.



## 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, [peter.mitschang@ivw.uni-kl.de](mailto:peter.mitschang@ivw.uni-kl.de)

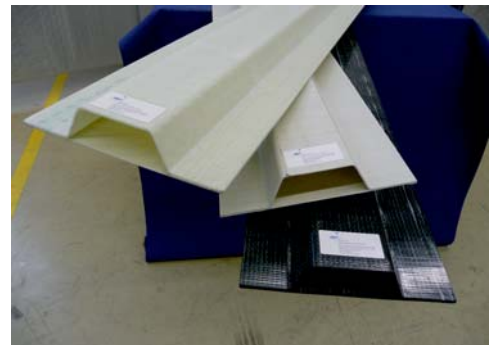
## Prozesskette zur Verarbeitung textilverstärkter thermoplastischer FKV-Halbzeuge

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, [peter.mitschang@ivw.uni-kl.de](mailto: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	High accelerated engine 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, [peter.mitschang@ivw.uni-kl.de](mailto:peter.mitschang@ivw.uni-kl.de)

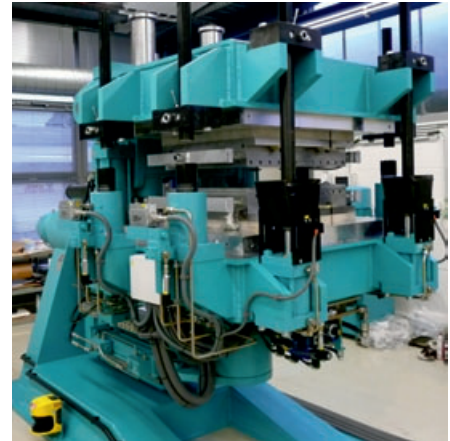
## Prozesskette zur Verarbeitung textilverstärkter duroplastischer FKV-Halbzeuge

Dieses Kompetenzfeld befasst sich mit der Entwicklung innovativer Preform-techniken, dem Liquide Composite Molding (Injektionsverfahren), innovativen 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

GFK, CFK, Textilien,  
Epoxydharz, Polyesterharz,  
in situ polymerisierende Thermoplaste



### Spezielle Leistungsmerkmale:

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

KONTAKT: Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang, [peter.mitschang@ivw.uni-kl.de](mailto:peter.mitschang@ivw.uni-kl.de)



# Processing of Textile Reinforced Thermoset FRP

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

<b>Economic Sectors</b>	<b>Applications (Examples)</b>
<b>Aerospace</b>	<b>Fuselage and tail structures</b>
<b>Automotive</b>	<b>Body structures</b>
<b>Engineering</b>	<b>High accelerated machine parts</b>
<b>Sports and Recreation</b>	<b>Sports equipment</b>
<b>Energy</b>	<b>Rotor blades for wind power</b>



## **Typical Materials**

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

### **Special Expertise:**

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

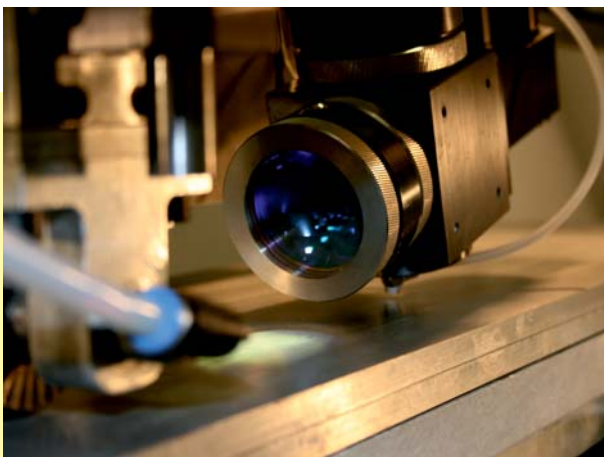
CONTACT: Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang, [peter.mitschang@ivw.uni-kl.de](mailto:peter.mitschang@ivw.uni-kl.de)

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



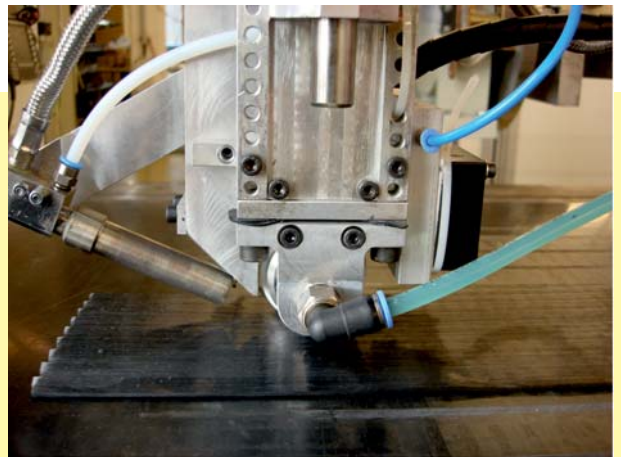
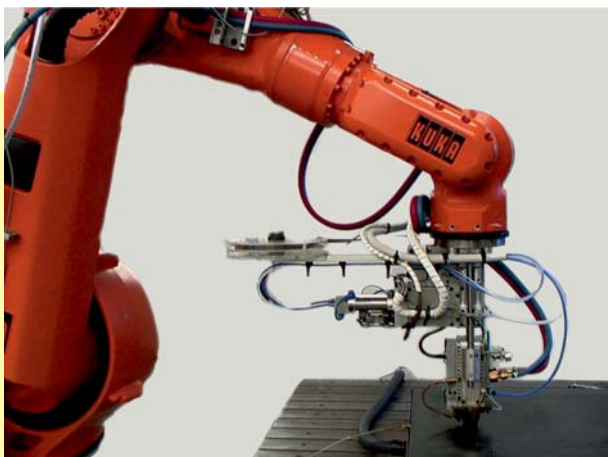
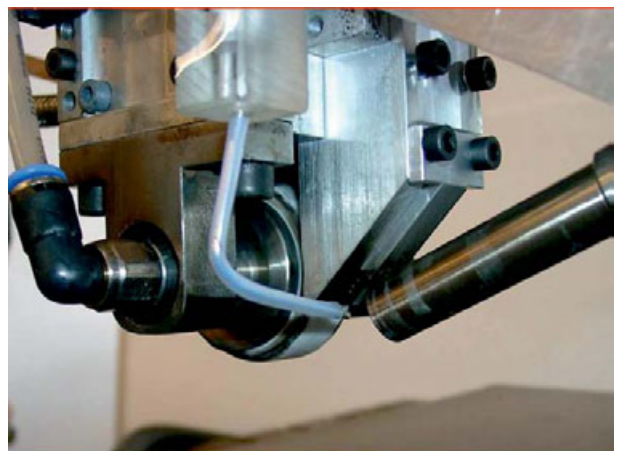
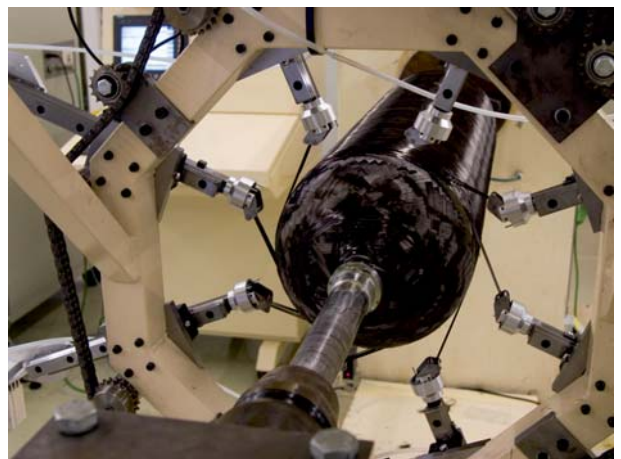
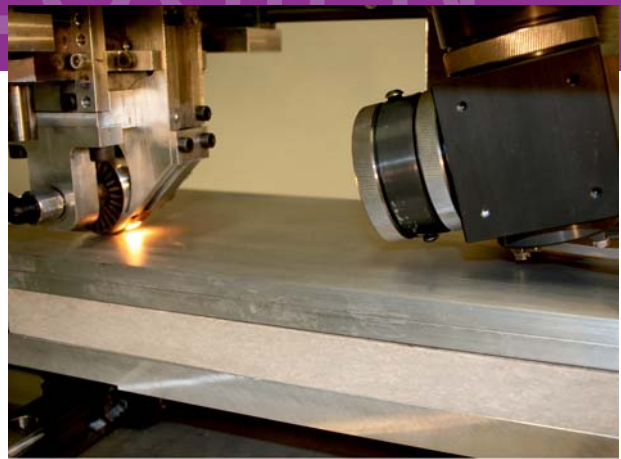
## TECHNOLOGIEN

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



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

## TECHNOLOGIES





93 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie 44 studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte bildeten im Mittel 2010 das Stammpersonal.

Es wurden insgesamt 13 Personen, davon 11 im wissenschaftlichen Bereich, 1 im Bereich der Zentralen Dienste und 1 im technischen Bereich, neu eingestellt.

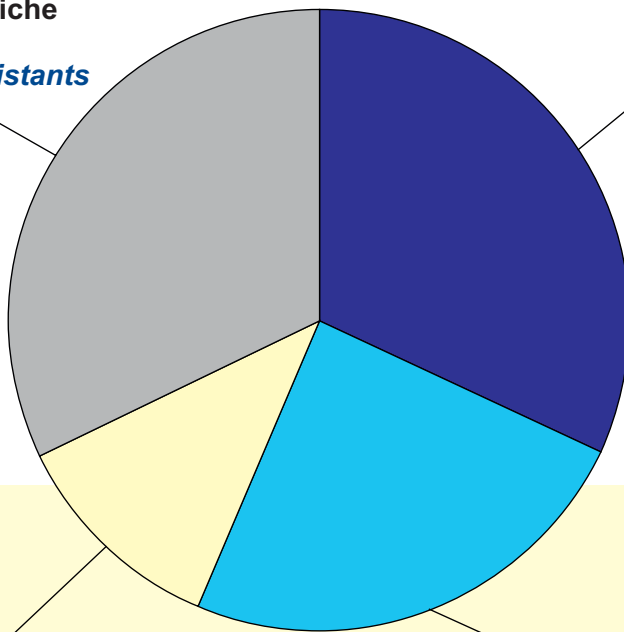
Gastwissenschaftler, Stipendiaten, Studien- und Diplomarbeiter, Hospitanten und Praktikanten stellen einen wesentlichen Teil der personellen Zusammensetzung des Instituts. Der Anteil

an Wissenschaftlern aus dem Ausland betrug rund 33 %.

Die Internationalität des Instituts spiegelt sich auch darin wider, dass über das Jahr gesehen insgesamt 263 Personen aus 24 Nationen am Institut tätig waren. Im Jahresmittel blieb der Frauenanteil insgesamt mit rund 30 % unverändert. Im Bereich der wissenschaftlichen MitarbeiterInnen betrug er rund 23 %.

Am Institut wurden 2010 vier Personen erfolgreich zur Promotion geführt. Herzlichen Glückwunsch!

**Wissenschaftliche  
Hilfskräfte**  
*Research Assistants*



**Wissenschaftliches Personal**  
*Scientists*

zusätzlich:

Doktoranden	7
Gastwissenschaftler	15
Studien- und Diplomarbeiter	69
Stipendiaten	14
Hospitanten / Praktikanten	27

**Verwaltung**  
*Administration*

**Technisches Personal**  
*Technical Personnel*

# MITARBEITER

93 staff members and 44 student and research assistants formed the permanent staff in 2010 on average.

13 individuals were employed in total, thereof 11 as scientists, 1 in the area of central services, and 1 in the technical field.

Guest scientists, scholarship holders, students working on their undergraduate theses, guest students, and trainees form an essential part of IVW's personnel composition. The share of scientists from abroad amounted to approx. 33 %.

The internationality of the institute is also reflected by the fact that, throughout the year, in total 263 individuals from 24 nations worked at the institute.

The proportion of women remained unchanged at approx. 30 % on annual average. In the area of scientists the proportion was approx. 23 %.

In 2010 four PhD students successfully completed their doctorate at the institute. Congratulations!



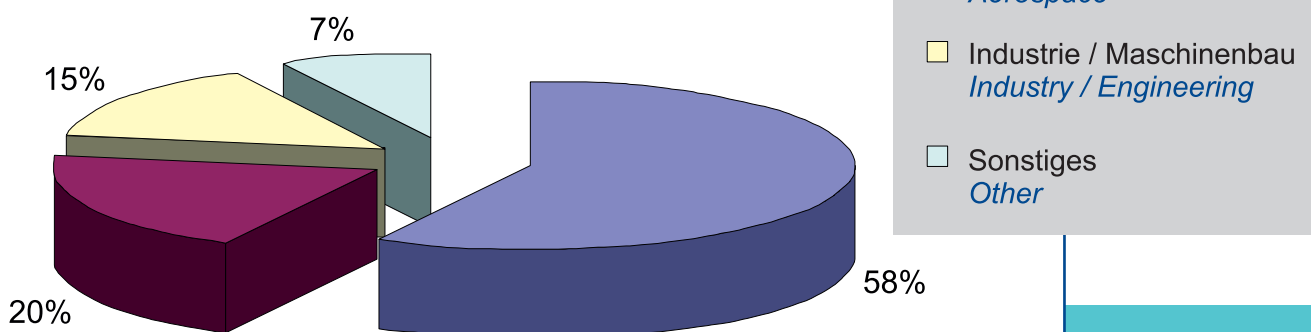
Im Jahr 2010 wurden insgesamt 150 Projekte bearbeitet. Bei rund 85 Projekten handelte es sich um bilaterale Forschungsprojekte mit industriellen Partnern, 65 Projekte wurden von öffentlichen Drittmittelgebern wie BMBF, AiF, DFG, EU, DAAD, AvH, Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation u.a. unterstützt.

Mehr als 70 % der akquirierten öffentlichen Forschungsmittel entfallen auf die EU, die AiF/ZIM und die DFG. 2010 machten die BMBF-Projekte am IVW den höchsten Anteil am öffentlichen Drittmittelforschungsportfolio aus. Platz 2 und 3 belegen die von der AiF im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) und der DFG geförderten Projekte.

Für bilaterale Forschungsprojekte war die Nachfrage aus den Bereichen Automobilbau und Luft-/Raumfahrt am stärksten, gefolgt von Anwendungen bei Unternehmen der Branchen Industrie/Maschinenbau.

Zum Jahreswechsel 2010/2011 lag das Auftragsvolumen aus öffentlicher Drittmittelforschung bereits bei 90 % des Zielwertes für 2011. Der Auftragsbestand im Bereich der Industriemittel belief sich zum 31. Dezember 2010 auf rund 0,5 Mio. €.

**Industrieerlöse nach Branchen (in %)**  
*Industrial revenues by business fields (in %)*



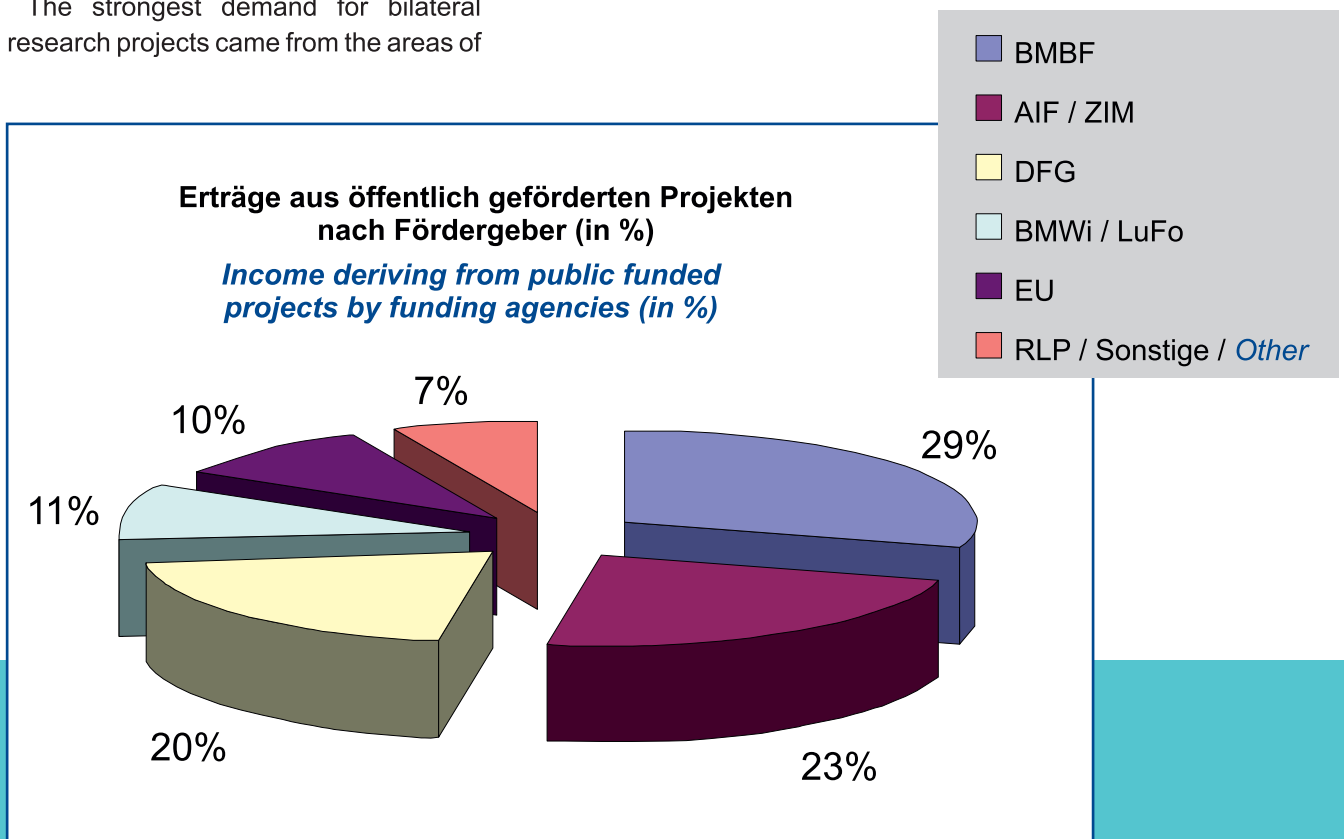
In total 150 projects were processed in 2010, of which 85 projects were bilateral research projects with industrial partners. 65 Projekte were funded by public funding agencies like BMBF, AiF, DFG, EU, DAAD, AvH, Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation etc.

More than 70 % of the acquired public funds come from the EU, AiF/ZIM, and the DFG. In 2010, the BMBF projects accounted for the largest proportion of IVW's public funding portfolio. On ranks 2 and 3 are the projects funded by AiF in the framework of the Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) and the projects funded by DFG.

The strongest demand for bilateral research projects came from the areas of

automotive and aerospace, followed by applications for companies in the industry/engineering sectors.

At the turn of the year 2010/2011 the volume of orders in the area of public funded research had already reached about 90 % of the target value for 2011. Orders on hand in the area of industry funds amounted to about 0.5 m€ as of December 31, 2010.



## 2D-Imprägnierung



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

Die Imprägnierung von Verstärkungsfasern ist bei thermoplastischen Matrixwerkstoffen die geschwindigkeitsterminierende Größe. Insbesondere die Verdrängung der im Laminat eingeschlossenen Luft auf Mikro- und Makroebene durch die sich ausbreitende Matrixfließfront spielt eine entscheidende Rolle. Daher wird im Rahmen des DFG-Projekts „2D-Imprägnierung“ der Einfluss eines maschinenseitigen zweidimensionalen Temperaturprofils auf die Imprägnierleistung der Intervallheißpresse (IHP) analysiert. Der segmentierte Aufbau der Heiz- und Kühlzone ermöglicht die Realisation nahezu beliebiger Temperaturprofile längs und quer zur Prozessrichtung. Dies bildet die Grundlage für die gezielte Beeinflussung der Fließfront, welche sich während des Herstellungsprozesses ausbreitet. 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.



Abb. 1  
Imprägnierungswerkzeug  
*Impregnation tool*

Gefördert wird das Projekt durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.



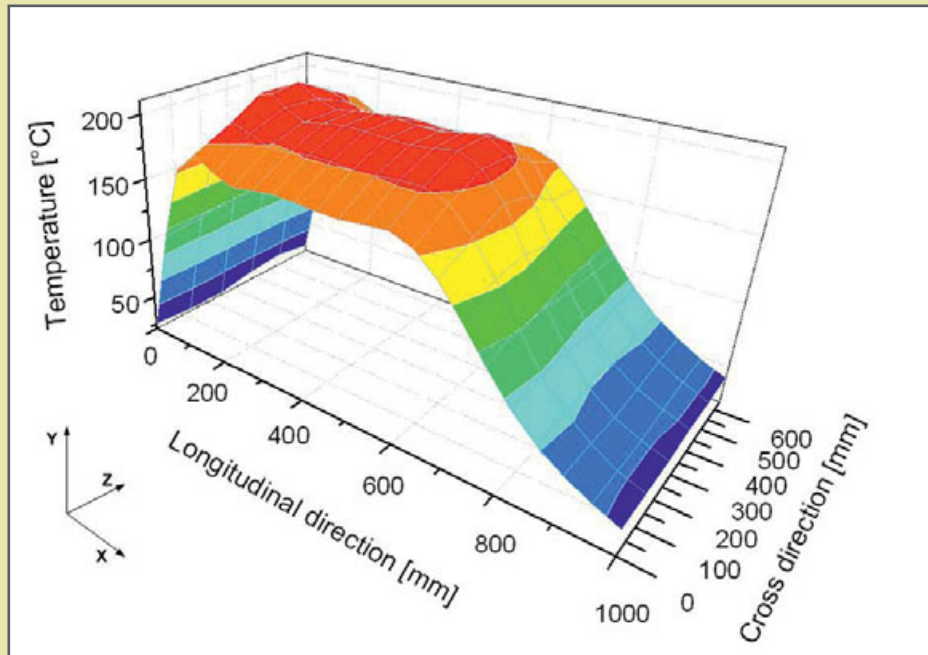


Abb. 2  
2D-Temperaturprofil  
*2D temperature profile*

The impregnation of reinforcement fibers with thermoplastic matrix material is the most time consuming step of the production process. Especially the elimination of the entrapped air on micro and macro level due to the matrix flow front plays a decisive role. Thus, goal of the DFG research project is to determine the influence of a two-dimensional temperature profile on the impregnation performance of the Continuous Compression Moulding (CCM) process. The modular heating and cooling systems provide the flexibility for various temperature profiles in longitudinal and cross

direction of the pressing tool. This is the basis for the selective manipulation of the flow front during the production process. In addition to an increased impregnation performance and therefore the increased process speed, the cost intensive adaptation 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 in order to optimize the transport of the entrapped air in the laminate.

Automotive  
Aeronautics  
Engineering

The project is supported by the German Research Foundation.

# Bottom-up Synthese



Nicole Pfeiffer  
nicole.pfeiffer@ivw.uni-kl.de

Im Rahmen dieses Grundlagenprojekts wurde die sogenannte Bottom-up Methode, aufbauend auf der Stöber-Synthese, als eine neue Stabilisierungstechnik erarbeitet. Mit dieser gut steuerbaren Partikelsynthese können genau definierte SiO<sub>2</sub> Nanopartikel bzgl. Größe und Form dargestellt werden. Sie ermöglicht es, das Partikelwachstum, im Nanometerbereich (>50 nm) beginnend, bis in den Submikrometerbereich (<1000 nm) exakt zu steuern.

Mit dieser neuen Methode können sowohl SiO<sub>2</sub>-Nanopartikelpulver als auch SiO<sub>2</sub>-Nanopartikel enthaltende Dispersionen hergestellt werden. Das sich nach einer Kalzinierung ergebende Pulver ist sehr gut redispergierbar in Ethanol bzw. einer Ethanol/Wasser-Mischung. Es konnte ein Wachstumsgesetz für SiO<sub>2</sub>-Partikel im Hinblick auf das eingesetzte Stabilisatorsystem aufgestellt werden. In ersten Versuchen zeigt sich eine sehr gute Einbindung in EP-Matrizen mit guter homogener Verteilung der Partikel.

In weiteren Arbeitsschritten werden die tribologischen und mechanischen Eigenschaften der neu entwickelten Partikel/Polymer-Komposite geprüft. Sodann erfolgt eine Übertragung der Erkenntnisse bzgl. SiO<sub>2</sub>-Partikel auf TiO<sub>2</sub>-Partikel.

Ziel ist es durch eine einfache Synthese Partikel herzustellen, die keine Agglomerate im Partikel/Polymer-Komposit bilden, da diese sehr oft zu Störstellen im Material führen.

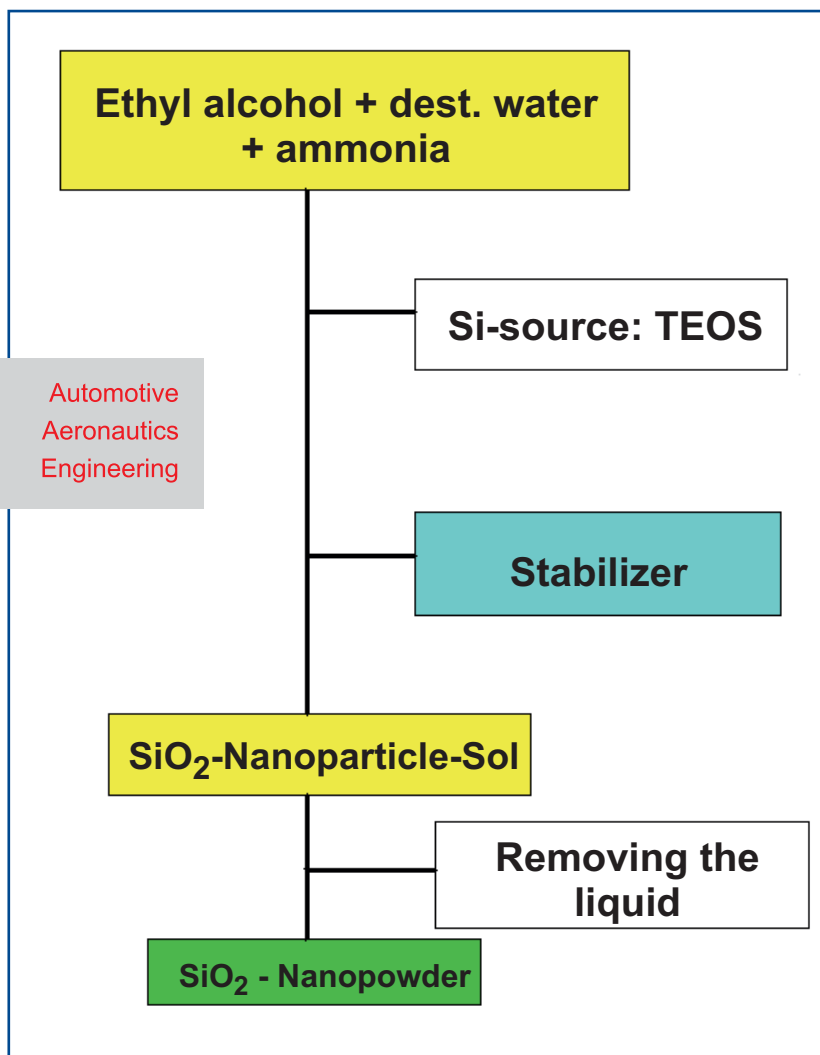


Abb. 1  
SiO<sub>2</sub>-Synthese basierend auf dem Stöberprozeß (1968)  
*SiO<sub>2</sub>-synthesis based on the Stöber process (1968)*

In the scope of this scientific project, the so-called bottom-up method, based on the Stöber synthesis, was developed as a new stabilization technique. Using this easily controllable particle synthesis exactly defined  $\text{SiO}_2$  nanoparticles with regard to size and geometry can be produced. It allows the control of a precise particle growth, beginning in the nanometer range ( $>50\text{nm}$ ) up to the sub-micrometer range ( $<1000\text{nm}$ ).

With this new method  $\text{SiO}_2$ -nanoparticle powders as well as dispersions containing  $\text{SiO}_2$ -nanoparticles can be produced. The powders received after calcination showed a very good redispersibility in ethanol or an ethanol/water mixture. A mathematical model on growth could be formulated for  $\text{SiO}_2$  particles referring to the used stabilizer system. In first trials a very good interface between particles and EP matrices could be built up including a good homogeneous particle distribution.

In future work processes the tribology as well as mechanical properties of the newly developed particle / polymer-matrices will be studied, followed by a knowledge transfer of the results on  $\text{SiO}_2$  particles to  $\text{TiO}_2$  particles.

The intention of this project is to create particles by a simple synthesis, which form no agglomerates in the particle / polymer composite, since these often cause defects in the material.

Abb. 2  
REM Aufnahme von  $\text{SiO}_2$ -Partikeln in einer Epoxidharz-Matrix

*SEM micrograph of  $\text{SiO}_2$ -particles in an epoxy resin matrix*

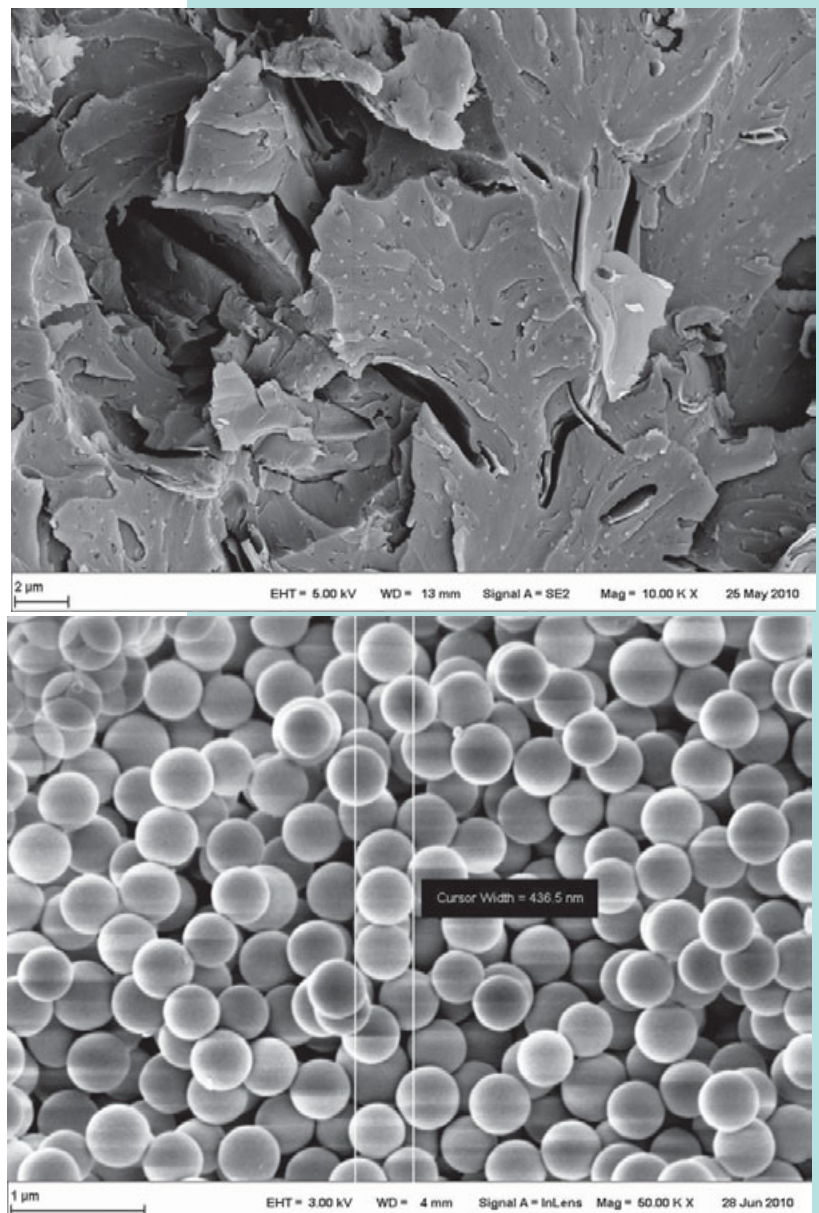


Abb. 3  
REM Aufnahme von  $\text{SiO}_2$ -Nanopulver mit genau definierten und homogenen  $\text{SiO}_2$ -Partikeln  
*SEM micrograph of  $\text{SiO}_2$ -nanopowder with definite and homogenous  $\text{SiO}_2$  particles*

## Bruchmechanische Simulation für LFTs



Fodor Balázs  
fodor.balazs@ivw.uni-kl.de

Ziel der Arbeiten ist die Untersuchung der Versagensmechanismen und des Rissausbreitungsverhaltens von langfaserverstärkten Thermoplasten (LFT). Für die rechnerische Simulation der Rissentstehung und -ausbreitung werden Versagensmodelle und Bruchkriterien entwickelt.

Alle bisherigen bruchmechanischen Berechnungen wurden mit FE durchgeführt, wobei der Rissvorschritt auf der mikromechanischen Ebene nicht oder stark begrenzt berücksichtigt wurde. Zur Bestimmung des Bruchkriteriums muss die Rissfortschrittssimulation netzunabhängig sein. Hierzu ist die naheliegende Lösung für dieses Problem die Erweiterung der FE-Methode. Ein Schlüsselpunkt dieser Arbeit ist die Implementierung einer netzunabhängigen Simulationmethode der Rissbildung (x-fem).

Basierend auf dem entwickelten Simulationstool werden versagensmechanische Berechnungen auf der Mikroebene durchgeführt und gleichzeitig homogenisiert, um globale Bruchkriterien für Ingenieurbauteile bestimmen zu können.

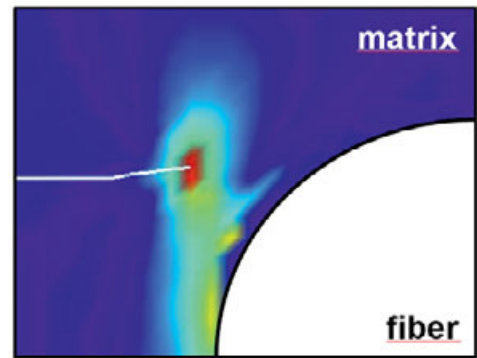
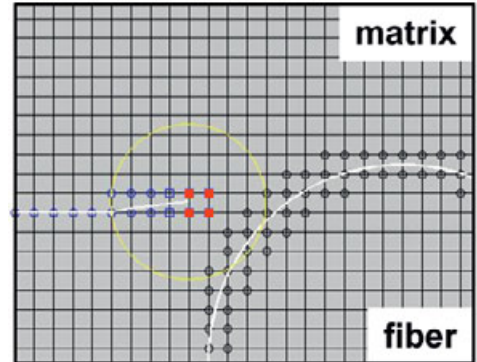


Abb. 1  
X-FEM Simulation einer Rissausbreitung im Faser-Matrix Grenzbereich  
*X-FEM simulation of crack propagation at fiber-matrix interface*

Automotive  
Engineering

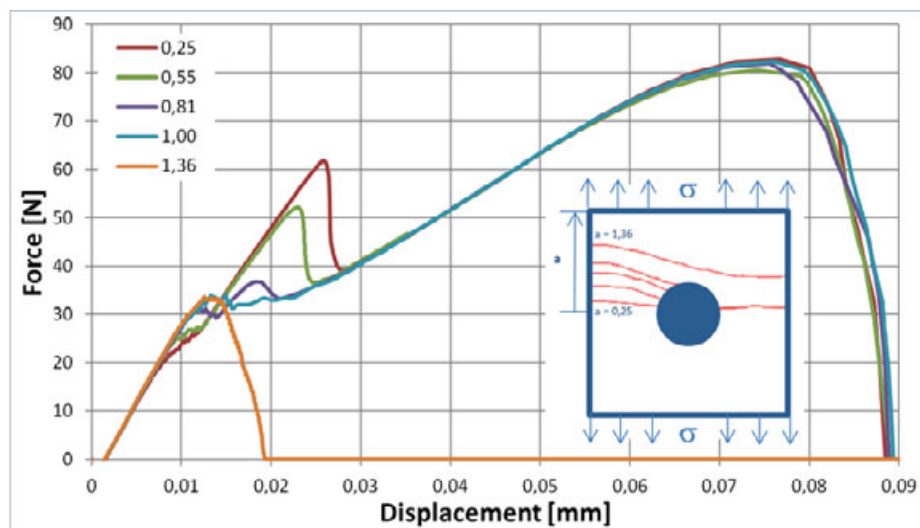


Abb. 2  
RVE Simulation der Rissbildung  
*RVE Simulation of crack propagation*

Die Forschung ist gefördert über die DFG im Rahmen des Graduiertenkollegs, Programm GK-814.

# PROJEKTE

The main objective is the research of failure mechanisms and crack propagation behavior of long fiber thermoplastics. Failure models and criteria are developed for the numerical simulation of crack initiation and propagation.

All previous fracture mechanical calculations were carried out with FEM. Crack propagation on micromechanical level was either not taken into account or merely very limited (along element edges). To determine the failure criterion the crack propagation simulation must be

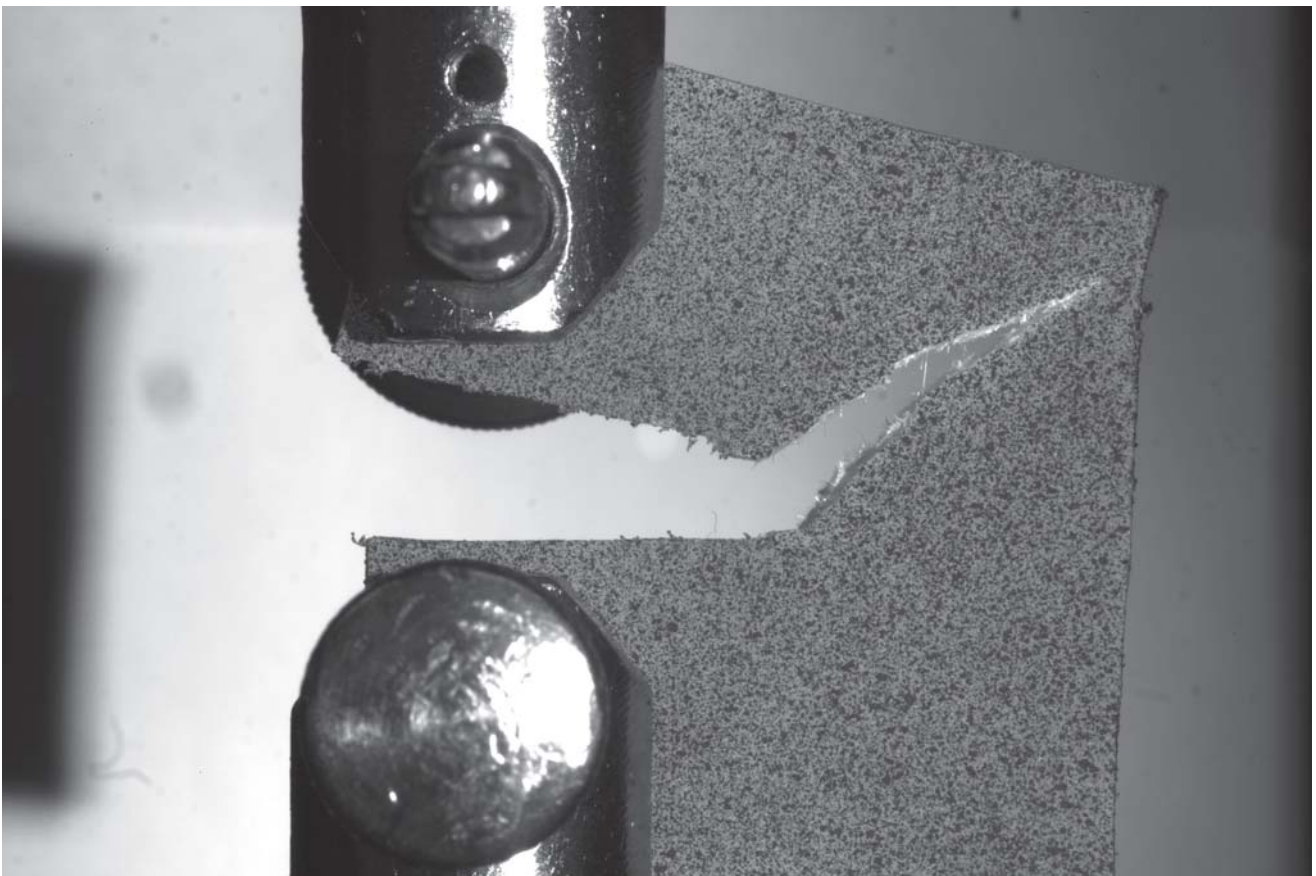
mesh-independent. The obvious solution to this problem is the extension of the classical FE-method. A key point of this work is the implementation of a mesh-independent simulation method of cracks (x-fem).

Based on the developed simulation tool, failure mechanical calculations and homogenizations will be carried out regarding the micro level, defining global fracture criteria for engineering parts.

Abb. 3

CT Versuch zur experimentellen Bestimmung bruchmechanischer Parameter

*CT test to determine fracture mechanics parameters experimentally*



The research is funded by the DFG within the graduate school program.

## CarboCar



Klaus Hildebrandt  
[klaus.hildebrandt@ivw.uni-kl.de](mailto:klaus.hildebrandt@ivw.uni-kl.de)

Automotive  
 Aeronautics

Im Rahmen des Projektes CarboCar werden an der Institut für Verbundwerkstoffe GmbH in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern funktionsintegrierte, thermoplastische Bauteile mit Class-A-Oberflächen und elektrischer Leitfähigkeit entwickelt.

Diese Ziele werden durch eine Funktionsintegration von elektrisch leitfähigen Kohlenstoffnanoröhren, sogenannten CNTs, sowie die Einbringung von oberflächenverbessernden Materialien erreicht. Dadurch werden Anwendungen als Außenhautbauteil im Automobilbereich möglich, wo eine verringerte Durchzeichnung der Textilstruktur sowie die Eignung für großserientaugliche Lackierverfahren sowohl auf werkstofflicher als auch auf prozesstechnischer

Seite Vorteile schaffen. In der Luftfahrtindustrie ermöglicht eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit eine weitere Substitution von metallischen Strukturen durch FKV-Teile. Dies können beispielsweise Außenhautbauteile oder funktionsintegrierte Sekundärstrukturen im Innenraum sein.

Neuartige thermoplastische, funktionsintegrierte endlosfaserverstärkte Verbundwerkstoffe werden entwickelt, denen über eine gesteigerte elektrische Leitfähigkeit sowie verbesserte Oberflächeneigenschaften neue Anwendungsfelder eröffnet werden.

Abb. 1  
 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 CarboCar (Förderkennzeichen: 03X0050E) wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert.

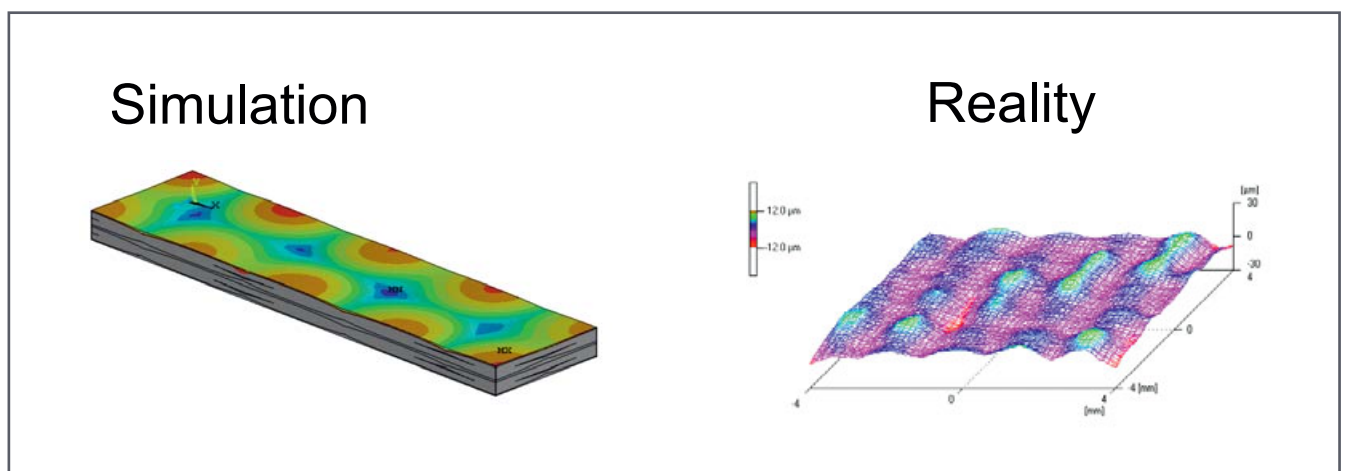
Within the project CarboCar the Institut für Verbundwerkstoffe GmbH develops in collaboration with the project partners functionally integrated thermoplastic components with Class-A surfaces and an electrical conductivity. These goals are achieved through the incorporation of electrically conductive carbon nanotubes as well as the integration of surface enhancing materials, enabling applications as exterior body parts in the automotive industry, where superior surface qualities as well as the applicability of standard varnishing processes become real benefits when the focus is placed on fiber-reinforced plastics. Within the aviation industry an increased electrical conductivity allows the further substitution of metallic parts by fiber-reinforced

polymer composite (FRPC). These components might be exterior air frame parts or functionally integrated secondary structures for interior applications.

Novel thermoplastic, functionally integrated FRPCs will be developed, opening new fields of application due to an increased electrical conductivity as well as enhanced surface properties.

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

Abb. 2  
Simulation der Texturabbildung während der Verarbeitung und die resultierende Oberflächenwelligkeit  
*Simulation of texture development during the processing of organic sheets and the real surface waviness*



The research project CarboCar (support code: 03X0050E) is sponsored by the German Federal Ministry of Education and Research.

## DFG-Forschergruppe 524



Mirja Didi  
[mirja.didi@ivw.uni-kl.de](mailto:mirja.didi@ivw.uni-kl.de)

Im Rahmen der abschließenden dritten Phase der DFG-Forschergruppe 524 soll aufbauend auf den bisher erlangten Kenntnissen ein diskontinuierlicher Induktionsschweißprozess für Metall/Faser-Kunststoff-Verbunde entwickelt und an einem Demonstrator angewendet werden.

Die räumliche Zusammenführung der Heizstation und Konsolidierungseinheit in einem Punktschweißkopf ermöglicht die Prozessoptimierung unter variabler und gekoppelter Temperatur- und Druckführung. Der neu entwickelte Konsolidierungsstempel, der die Integration eines Induktors ermöglicht, ist mit einer ring-

förmigen Kühlung versehen, um die Erwärmung auf die Fläche der Schweißpunkte zu begrenzen und somit thermische Schädigungen des restlichen Materials zu vermeiden. Mit diesem System wurden sowohl erste Versuchsreihen mit Probenkörpern als auch erste Demonstratorbauteile verschweißt. Außerdem folgte die Umsetzung der neu entwickelten Technologie an einem Roboterschweißkopf.

Durch die Möglichkeit unter Druck zu schweißen soll ein wesentlicher Schritt zur anwendungstechnischen Umsetzung erfolgen.

Automotive  
 Engineering

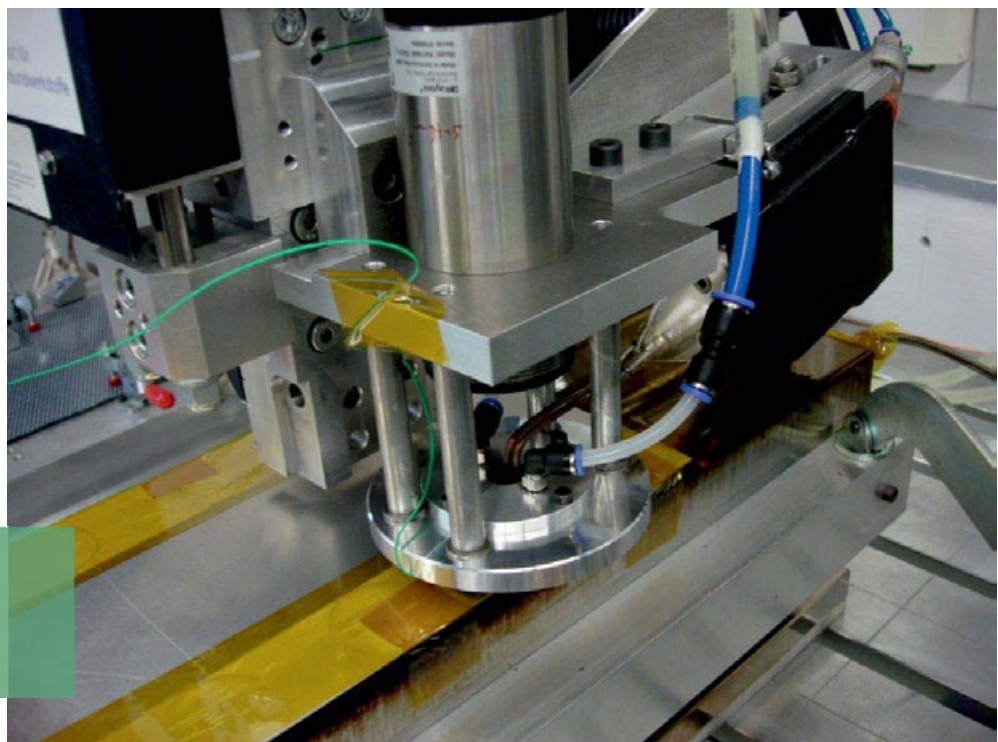


Abb. 1  
 Punktschweißen am Roboter  
*Spot welding using a robot*

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.



# PROJEKTE

In the third and final phase of the DFG Research Group 524 a discontinuous induction welding process for hybrid structures is developed and applied to a demonstrator, based on the previously acquired knowledge.

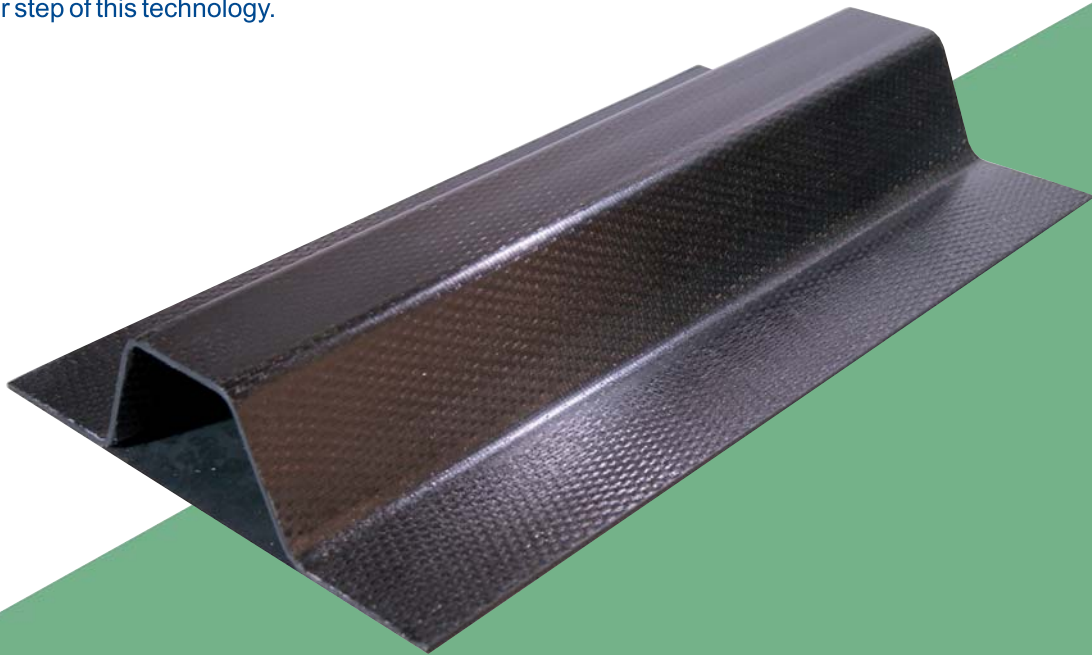
The combination of the heating unit and consolidation unit into a spot welding head allows the optimization of the process by coupling temperature and pressure. The newly developed consolidation unit which enables the integration of an inductor is supplied with circular cooling to limit the heating of the surface of the spot welds and thus to avoid thermal damage of the remaining material. With this system test samples were welded as well as initial demonstrators. The new technology was implemented by applying it to a robot welding head.

Implementing pressure during welding is a major step of this technology.

## Projektpartner / Partners:

Lehrstuhl für Werkstoffkunde (WKK) TU Kaiserslautern,  
Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) Abteilung 3,  
Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe (CCE) TU Kaiserslautern,  
Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik (IFOS),  
Institut für Verbundwerkstoffe (IVW) Abteilung 1,  
Lehrstuhl für technische Mechanik (LTM) TU Kaiserslautern

Abb. 2  
Demonstrator für Punktschweißungen von Hybridstrukturen  
*Demonstrator for spot welding of hybrid structures*



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).

# Dynamisches Versagen von Thermoplasten



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

Automotive  
Aeronautics

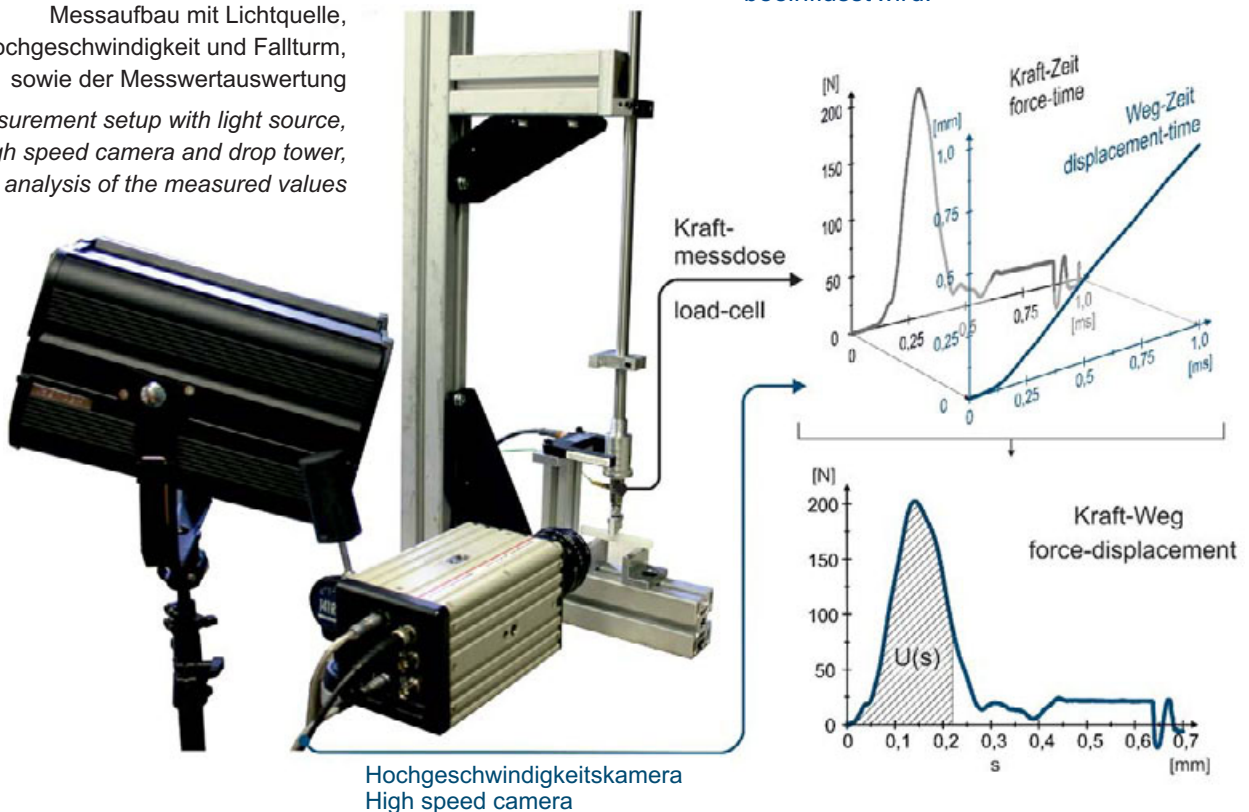
Im Rahmen des Graduiertenkollegs 814 „Ingenieurmaterialien auf allen Skalen: Experiment, Modellierung und Simulation“ wird dieses Teilprojekt bearbeitet, in dem nanopartikelverstärkte Thermoplaste untersucht werden sollen. Der Begriff „Ingenieurmaterialien“ bezeichnet in Anwendung befindliche Werkstoffe, welche modifiziert bzw. optimiert werden.

Hauptaugenmerk der experimentellen Untersuchung ruht auf der schlagartigen Belastung der Prüfkörper, z.B. Crash bei Automobilen. Thermoplaste zeigen ein von der Prüfgeschwindigkeit abhängiges Bruchverhalten. Der institutseigene Fallturm wurde für Versuche mit schlagartiger Belastung bei geringen Bruch-

energien erweitert. Die neue Prüfvorrichtung wird den Anforderungen der Bruchprüfkörper gerecht. Ihre Besonderheit liegt in der im Impaktor integrierten Kraftmessdose. Dadurch erfolgt eine direkte Messung des Kraftimpulses, den die Probe erfährt. Ziel der Messungen ist eine Aussage über den Einfluss der in den Proben befindlichen Nanopartikel auf die Bruchzähigkeit zu treffen. Im Material selbst kommen immer wieder große Anhäufungen von Nanopartikeln (Agglomerate) vor, welche das Bruchverhalten negativ beeinflussen können.

Ziel ist es, experimentell und simulativ eine Aussage über den Einfluss der Agglomerate zu treffen. Dabei steht die Fragestellung im Vordergrund, ob es eine Grenzgröße der Agglomerate gibt, ab der das Bruchverhalten nicht mehr negativ beeinflusst wird.

Abb. 1  
Messaufbau mit Lichtquelle, Hochgeschwindigkeit und Fallturm, sowie der Messwertauswertung  
*Measurement setup with light source, high speed camera and drop tower, and analysis of the measured values*



Within the framework of the Graduiertenkolleg 814 „Engineer materials in any scale: experiment, modelling and simulation”, the sub-project deals with the research of nanoparticle filled thermoplastics. The term “engineer materials” indicates materials used in applications which are modified and optimized.

The focus of the experimental investigation is on an abrupt impact on the specimen, e.g. crash of automobiles. Thermoplastics indicate a breaking behavior dependent on testing speed. The institute's own drop tower was extended by a new testing device for abrupt impact at low energies. This new testing device meets all of the specimens' requirements. Its special feature is the built-in loading cell of the impactor. This allows for a direct measuring of the loading pulse, which is transduced into the specimen. Purpose of the measurement is a statement on the influence of nanoparticles on the fracture toughness of the matrix. The tested specimens often contain large agglomerates of nanoparticles, which might have a negative impact on the fracture toughness.

The aim of the experiments and simulation is to obtain a conclusion on the influence of agglomerates. The main question addressed is whether or not a marginal size of agglomerates exists that no longer has a negative influence on the fracture toughness.

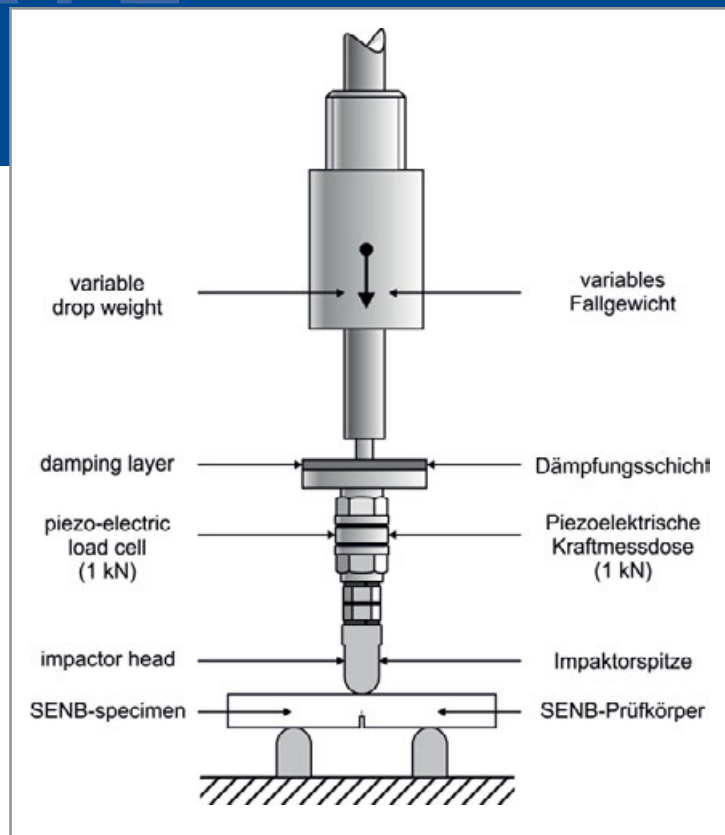


Abb. 2  
Prinzipskizze der Prüfvorrichtung für die schlagartige Belastung von SENB-Proben  
*Schematic diagram of the testing device for abrupt loading of SENB-specimens*

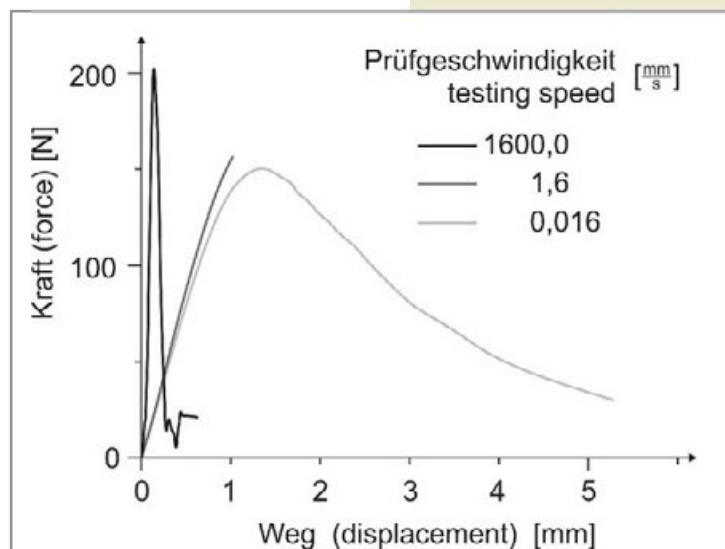


Abb. 3  
Kraft-Weg-Kurven von SENB-Proben aus Polyamid 66 bei unterschiedlichen Prüfgeschwindigkeiten  
*Force-displacement curves of polyamide 66 SENB-specimens at different test speeds*

The project „Graduiertenkolleg 814“ is supported by the German Research Foundation (DFG).

## EffiPressOr



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

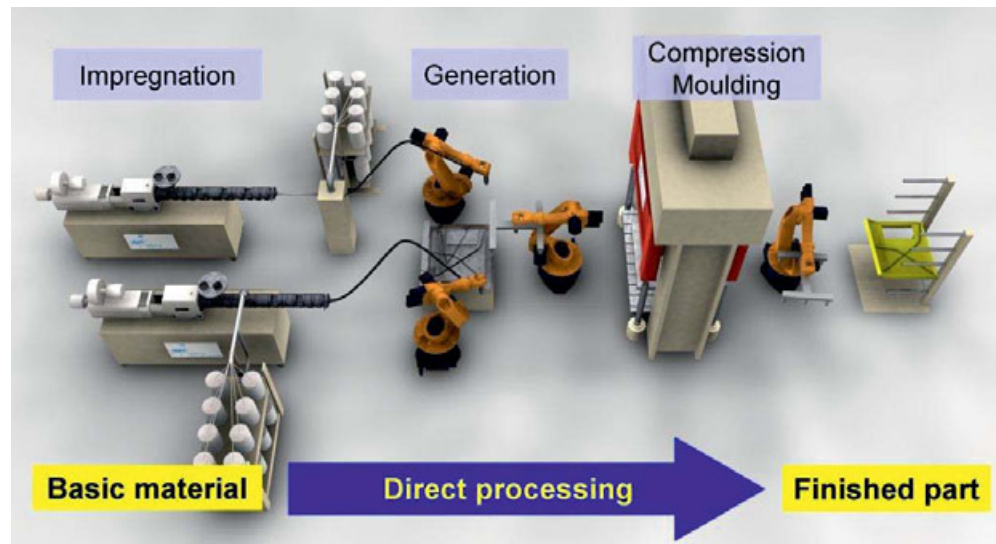


Abb. 1  
Schema der Prozesskette  
Scheme of the process chain

Die Entwicklung eines energie- und materialeffizienten Prozesses zur Herstellung von Großserienbauteilen aus langfaserverstärkten Thermoplasten mit lokalen Endlosfaserverstärkungen ist Gegenstand von „EffiPressOr“. Wesentliche Merkmale des Prozesses sind die Generierung des Bauteils aus Basismaterialien, Polypropylen und Glasfaserrovings sowie die größtmögliche Anpassung der Struktur an die Lastanforderungen. Anhand eines Automobilrücksitzes sollen die Vorteile von EffiPressOr demonstriert werden.

Eine wichtige Aufgabenstellung ist die Fixierung und Ausformung der Endlosfaserverstärkungen während des Pressvorgangs und die Auswirkungen auf diese, insbesondere hinsichtlich der Faserorientierung. Hergestellte Probekörper in Form von T-Profilen wiesen eine gute Eignung des Verfahrens auf. In Dreipunkt-Biegeversuchen zeigten die verstärkten Profile deutlich verbesserte Eigenschaften gegenüber unverstärkten, insbesondere bei der Bruchenergie. Im weiteren Projektverlauf wird das Presskonzept optimiert und für das Endwerkzeug zur Reife gebracht. Weiterhin wird der Bauteilgenerierungsprozess mitsamt der notwendigen Technologie entwickelt.

Das Ziel ist eine Gewichtsreduzierung von mindestens 40% gegenüber einer Stahlbauweise und mindestens 10% gegenüber aktuellen Verbundbauweisen.

Projektpartner / Partners:

SimpaTec GmbH,  
Jacob Plastics GmbH,  
Reis GmbH & Co KG Maschinenfabrik,  
Extruder Experts GmbH & Co KG,  
Christian Karl Siebenwurst GmbH & Co KG



The development of an energy and material efficient process for large scale production of long fibre thermoplastic parts with local endless fibre reinforcements is the purpose of “EffiPressOr”. Distinctive process characteristics are the assembly construction based on polypropylene and glass fibre rovings as a function of applied loads. The advantages of EffiPressOr will be demonstrated by building up an automotive rear seat structure.

One important objective is the fixation and forming of the endless fibre reinforcements during the compression molding process and its influence, especially on the fibre orientation. Compression molded T-beam specimens are good demonstrators reflecting this process. In three-point-bending tests the reinforced specimens exhibited considerably elevated properties compared to unreinforced ones, particularly in fracture energy.

This compression moulding process will be optimized to result in a final compression mould. The process for component manufacturing including the necessary technology will also be developed.

Project goal is a reduction of the component weight by at least 40% compared to current steel design and by at least 10% compared to state-of-the-art composite design.



Abb. 2  
Testprofil auf der Basis von langfaserverstärktem (hell) und endlosfaserverstärktem (dunkel) Thermoplast  
*Manufactured T-section consisting of long fibre reinforced (light colored) and endless fibre reinforced (dark colored) thermoplastic*

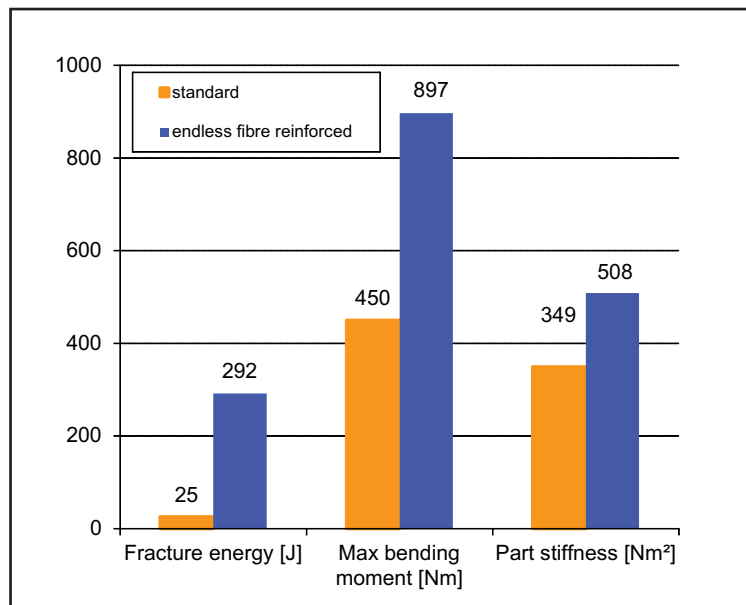


Abb. 3  
Ergebnisse der Biegeprüfungen von verstärkten und unverstärkten Profilen  
*Results of three-point bending tests of reinforced and standard T-sections*

Automotive

This research and development project is funded by the Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) within the framework „Forschung für die Produktion von morgen“ (02PO2150) and supervised by the Projektträger Karlsruhe (PTKA).

## Esprit



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

Esprit verfolgt die Entwicklung neuartiger Herstell- und Verarbeitungsmethoden für eigenverstärkte Kunststoffe (SRP). Solche Kunststoffverbunde bestehen neben einer polymeren Matrix auch aus einer polymeren Verstärkungs-komponente.

Innerhalb des Projekts wurde die selektive Erwärmung von SRP durch das IVW erforscht. Über induktiv aktivierbare Additive in der Matrix ist es so möglich, eigenverstärkte Halbzeuge aufzuschmelzen, ohne die schmelzbare Verstärkungs-komponente zu beschädigen. Um auch ohne zusätzliche Additive eine adäquate Menge umformbaren Materials zu gewährleisten, kam die innovative RocTool®-Technologie zum Einsatz. Sie ermöglicht ein schnelles Aufheizen und Abkühlen der Pressform und

bietet so die Möglichkeit zu einem wirtschaftlichen Verfahren, das u.a. für den verbleibenden Projektzeitraum zur Herstellung von Demonstratorbauteilen genutzt werden soll.

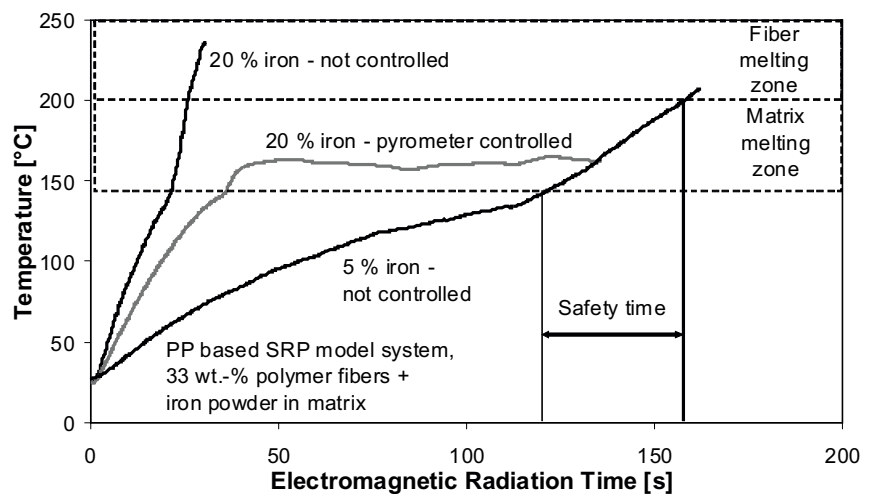
Gewichtseinsparungen von bis zu 30 % gegenüber herkömmlichen niedrigpreisigen Faserkunststoffverbunden sowie eine verbesserte Rezyklierfähigkeit werden angestrebt, um finanzielle und ökonomische Ressourcen einzusparen.

### 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)

Automotive  
Sports and Recreation

Abb. 1  
Selektive Erwärmung eigenverstärkter  
Materialien über induktiv aktivierbare Partikel  
*Selective melting of self-reinforced materials  
by inductively activatable additives*



Die Forschungsarbeiten wurden gemäß der Finanzhilfvereinbarung Nr. 214355 im Rahmen des 7. Rahmenprogramms (FP7) der Europäischen Gemeinschaft gefördert.

# PROJEKTE

www.espritproject.eu



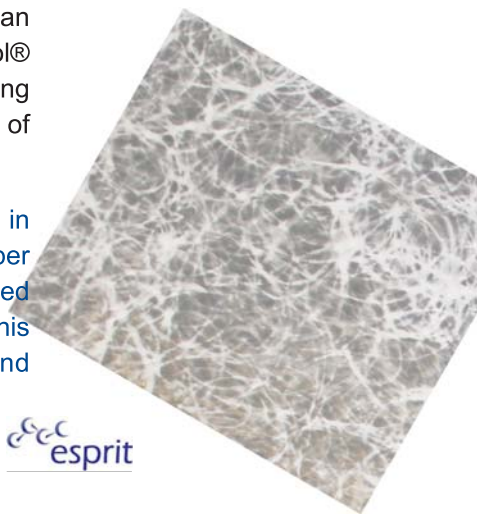
Abb. 2  
Herstellung von Platten mittels eines RocTool®-Werkzeugs  
*Manufacturing of sheets by a RocTool® mold*

Esprit pursues the development of new manufacturing and processing methods for self-reinforced polymers (SRP). Such materials consist of a polymer matrix as well as a polymer reinforcement component.

Within esprit the selective heating of SRP was investigated by IVW. By the use of inductively activatable additives in the matrix, it is possible to melt self-reinforced semi-finished materials without serious damage of the meltable polymer reinforcement. In order to ensure a processing also without additives, the innovative RocTool® technology has

been used. This technology provides a fast heating and cooling of a compression mold and offers the possibility for an economical processing. The RocTool® system will be used in the remaining project period for the production of demonstrator units.

Weight reductions of up to 30 % in relation to conventional low-cost fiber reinforced plastics and an improved recyclability are main targets of this project to save environmental and economic resources.



The research was funded by the European Community within the Seventh Framework Programme (FP7), reference no. 214355.

## H2SusBuild



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

Ziel des Projektes „H2SusBuild“ ist das CO<sub>2</sub> neutrale, energieautarke Gebäude auf Basis von Wasserstoff als Energieträger.

Um die Energieeffizienz weiter steigern zu können, sind zukünftig größere Druckbehälter mit höheren Speicherdrücken notwendig. Im Rahmen dieses Projektes beschäftigt sich das IVW mit der Fragestellung der effizienteren Herstellung kohlenstofffaserverstärkter Druckbehälter.

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

Konstruktion ist die Inbetriebnahme eines neuen Ringwickelkopfes mit 12 am Umfang verteilten Fadenablegern. Ein wichtiger Bestandteil des Ringwickelkopfes sind die neu entwickelten Siphon-Imprägniereinheiten, die eine vollständige Tränkung der Fasern mit Harz über das gesamte Verarbeitungsfenster gewährleisten müssen.

Im Vergleich zum konventionellen Wickelverfahren könnten mit dem Ringwickelkopf bis zu 5-mal höhere Verarbeitungsgeschwindigkeiten realisiert werden. Der Einsatz der Siphon-Imprägniereinheit gewährleistet stabile und exakte Prozessbedingungen sowie kontinuierlichen Betrieb ohne Unterbrechungen.

Construction Industry

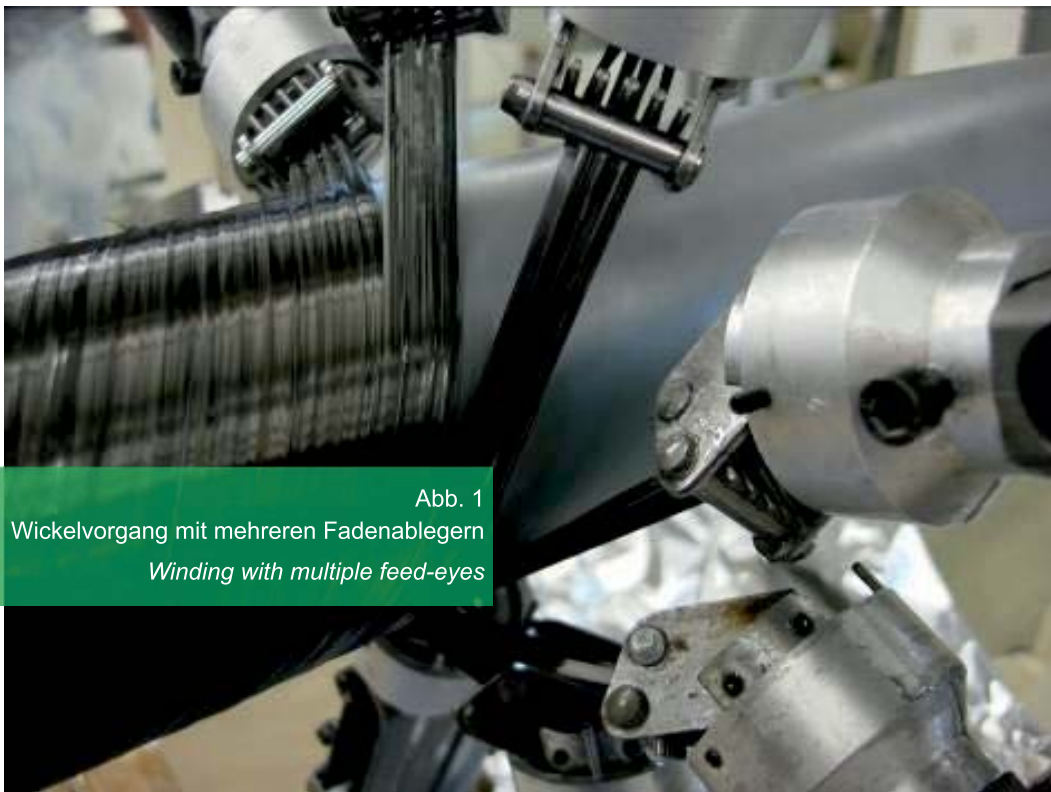


Abb. 1  
Wickelvorgang mit mehreren Fadenablegern  
*Winding with multiple feed-eyes*

Das Projekt H2SusBuild wird innerhalb des siebten Rahmenprogramms [THEME NMP-2007-4.0-5 Ressourceneffiziente und saubere Gebäude] durch die Europäische Union finanziert.



Aim of the project „H2SusBuild“ is the development of a self-sustained building that will use hydrogen as the main energy storage medium.

In order to increase the energy efficiency of the system, in the future pressure vessels with higher capacity and increased storage pressure are required. In that way composite pressure vessels with light weight characteristics are the optimum solution. Within the framework of the project IVW deals with the development of new efficient methods for the production of 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 launching of a new ring winding head with 12 radially movable feed-eyes placed around the circumference of the mandrel. Another 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 ring winding technology can achieve 5 times higher production rates in comparison to the conventional winding techniques. The use of the siphon impregnation unit allows stable and exact process conditions as well as continuous production without interruptions.



Abb. 2  
Ringwickelkopf mit 12 Fadenablegern  
*Ring winding head with 12 feed-eyes*

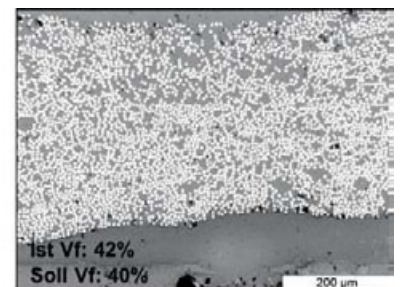
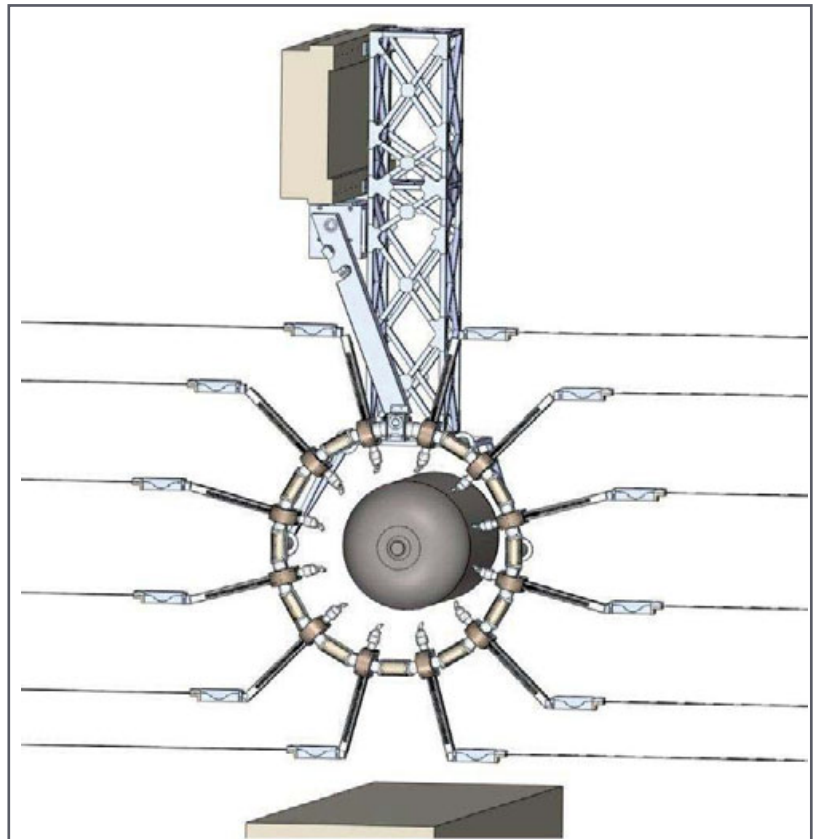


Abb. 3  
Lichtmikroskopaufnahmen von Siphon-impregnierten Rovings  
*Micrographs of rovings impregnated with the siphon impregnation unit*

The project H2SusBuild is cofinanced by the European Union within the seventh framework program [THEME NMP-2007-4.0-5 Resource Efficient and Clean Buildings].

## HEAT



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

Im Projekt HEAT (Glasfaserbauteile mit integrierten Heizsystemen für Anwendungen in der Transportfahrzeugtechnik) steht die Ausrüstung einer Glasfaserdachbahn mit einer integrierten Heizung im Kernpunkt der Forschungsaktivitäten.

Im Fokus steht die Untersuchung unterschiedlicher Laminataufbauten, die sich elektrisch beheizen lassen. Zweckmäßig ist die Verwendung von leitfähigen Materialien, wie Metall- oder Kohlenstofffasern, mit denen Versuchsreihen in unterschiedlichen Umgebungsbedingungen durchgeführt werden. Eine gute Lösung besteht in der Verwendung eines

Hybridgewebes mit Glasfaser- und Kohlenstofffaserkomponenten. Dieser Ansatz wird bis zum Ende des Projekts in einem Feldversuch überprüft und soll bei positivem Ausgang auch schnell den Weg in die Vermarktung finden.

Die entwickelten elektrisch heizbaren Dachbahnen sollen im Winter die Entstehung von gefährlichen Eisschollen auf LKW-Anhängerdächern verhindern, die beim Abrutschen zu schweren Unfällen im Straßenverkehr führen können.



Das Projekt wurde im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages (Förderkennzeichen: KF2088306 FK9).



Abb. 1  
Versuchsaufbau zur Messung der Temperatur bei Anlegen einer Spannung an die Heizfaserkomponente  
*Experimental setup for the measurement of the temperature change after the application of a voltage to the fibrous heating component*

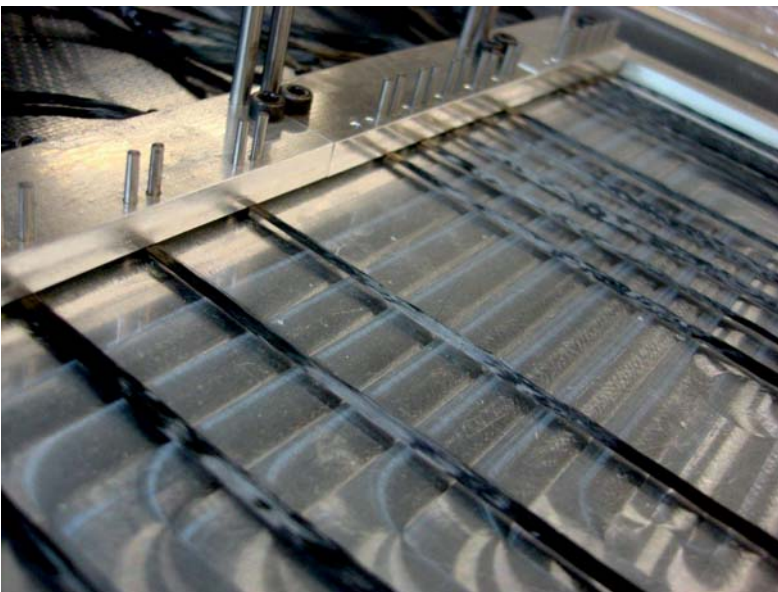


Abb. 2  
Vorbereitete Form für die Herstellung eines Laminats mit heizbaren Kohlenstofffasern mit definiertem Abstand zueinander  
*Final preparation of a mold for the manufacturing of a laminate with heatable carbon fibers at a distinct distance*

The project HEAT (Glass Fiber Reinforced Components with Integrated Heating Systems for Transport Applications) focuses on the development of a glass fiber sheet with an integrated electric heating system.

The research activities included the investigation of different laminate structures, which can be heated by electrical means. The use of electrically conductive materials was an appropriate approach. Metal or carbon fibers were used in laminates and tested under different climatic conditions. A good solution is presented in the use of a hybrid fabric with glass and carbon fiber components. This approach is examined in the further process of the project in a field test and the final application is planned to find a fast way onto the market.

The objective of the developed electrically heatable sheets, which are used for the manufacturing of roofs for truck trailers, is to prevent the formation of dangerous ice patches in winter, which may lead to severe accidents when falling off truck trailers.

Automotive

Projektpartner / Partners:

PECOLIT Kunststoffe GmbH & Co. KG (Schifferstadt),  
Lehrgebiet für Leistungselektronik im Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik der  
TU Kaiserslautern

## Higher



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

Aeronautics  
Astronautics

Innerhalb des Forschungsprojekts HIGHER sollen 3D-Kenngrößen (Festigkeit, CAI, Mode-I-Energiefreisetzungsrate) unvernähter und strukturell vernähter Multiaxialgelege-Laminatate experimentell charakterisiert und deren Mode-I-Verhalten simuliert werden. Konventionelle FKV-Strukturen weisen eine niedrige Querfestigkeit senkrecht zur Laminatenebene sowie eine geringe Impactbeständigkeit und Bruchzähigkeit auf. Durch das Einbringen struktureller Nähte in Laminatdickenrichtung können diese Eigenschaften wesentlich verbessert werden. Allerdings werden dadurch die mechanischen Eigenschaften in der Laminatenebene im Allgemeinen beeinträchtigt.

Wissenschaftliche Ziele der IVW-Teilaufgabe sind die Entwicklung eines FE-Modells zur Simulation des Verhaltens unvernähter und strukturell vernähter

ter Multiaxialgelege-(MAG-)Laminatate unter Mode-I-Belastung, die Erweiterung eines vorhandenen FE-Einheitszellenmodells zur Abschätzung von 3-D-Festigkeitswerten vernähter MAG-Laminatate und dessen Kopplung an eine Mode-I-Modellierung. Die Modellvalidierung erfolgt anhand experimenteller Ergebnisse. Zur Dimensionierung von Bauteilen aus strukturell vernähten MAG-Laminataten sollen Werkstoffkennwerte bereitgestellt und Nähparameter mit der Zielsetzung der Verbesserung der Bruchzähigkeit, Impactbeständigkeit und Schadenstoleranz bei minimaler Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften in der Laminatenebene identifiziert werden.

**Ziel: Entwicklung schadenstoleranter, impactbeständiger und bruchzäher Faserverbundbauteile durch das Einbringen struktureller Nähte.**

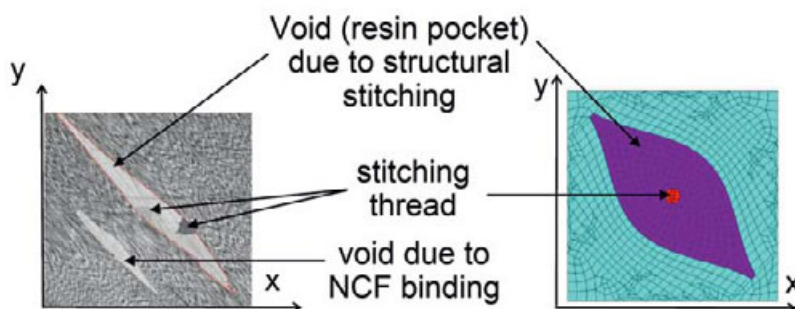


Abb.1

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

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

Die IVW-Arbeiten werden im Rahmen des LuFo-IV-2nd-Call-Projekts HIGHER-TE (Modellierung des Verhaltens strukturell 3D-verstärkter Multiaxialgelege-Laminatate unter Mode-I-Belastung für Hochauftriebskomponenten) im Unterauftrag der Airbus Deutschland GmbH (Referenznummer HIGHER-TE-WP2-IVW-01) durchgeführt.



## HyBaTa



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

Automotive  
Aeronautics  
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 das Verarbeitungswerkzeug eingelegt und in einem anschließenden Press- beziehungsweise 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.

Der aktuelle Projektstand umfasst die Auswahl geeigneter Materialkombinationen sowie die Bewertung der unterschiedlichen Fertigungsverfahren zur Herstellung der hybriden Bauteile. Weiterhin 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.

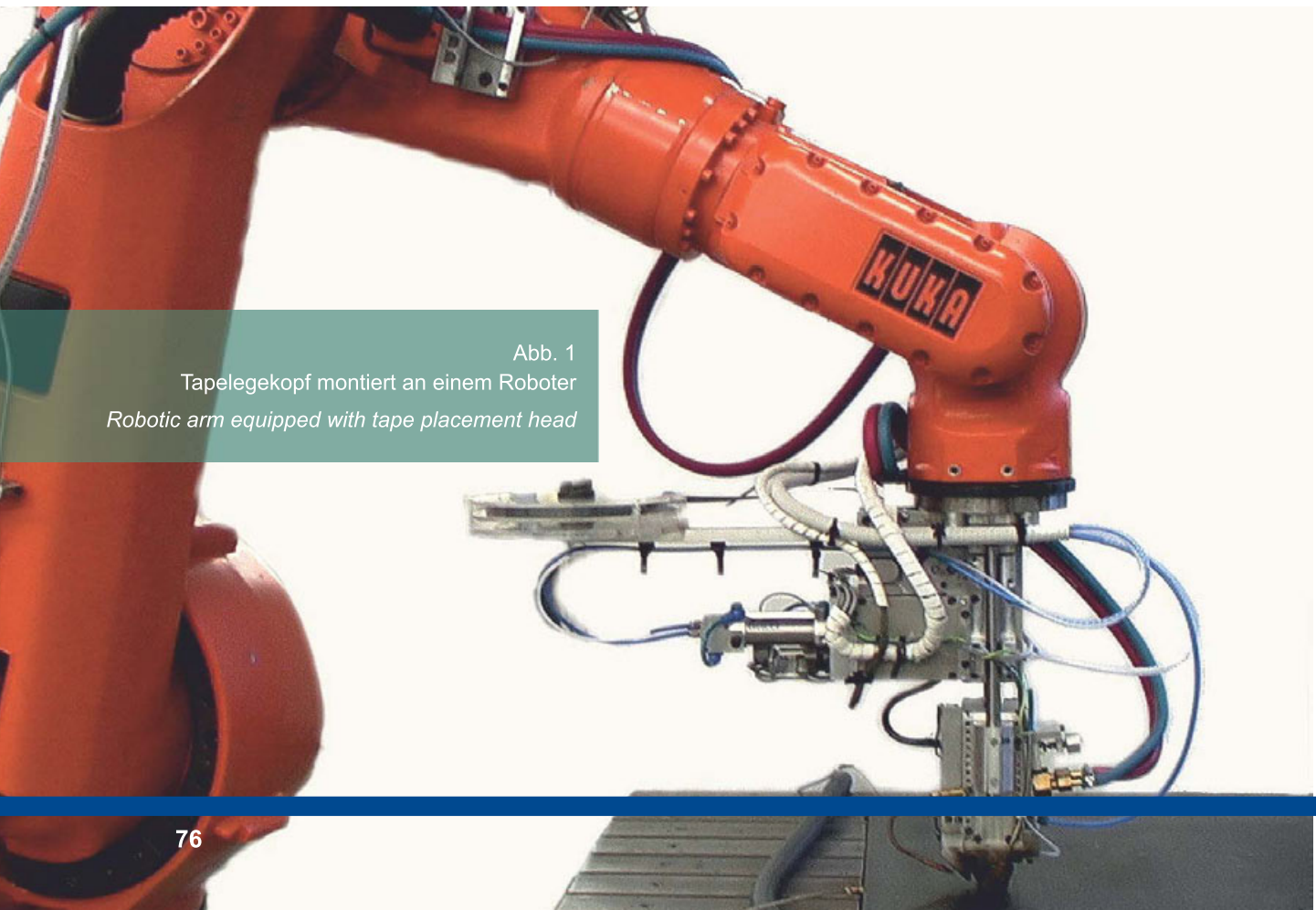
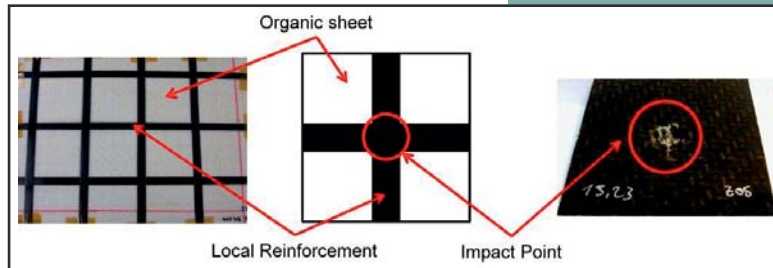


Abb. 1  
Tapelegekopf montiert an einem Roboter  
*Robotic arm equipped with tape placement head*

Abb. 2  
Proben zur Bestimmung  
des Durchstoßverhaltens  
*Impact behavior samples*



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 can be realized.

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.

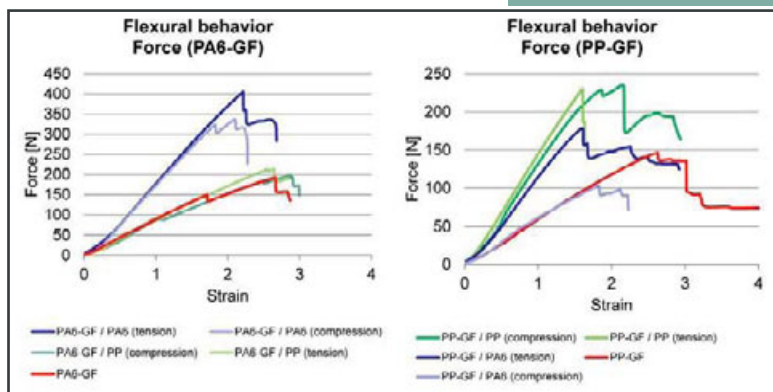
In this work a different production method is under examination: the local reinforcement is applied by a thermo-

plastic in-situ tape placement process on the already formed base part, even on complex structured parts without any post consolidation steps.

The current status of the project includes the selection of suitable material combinations and the evaluation of different manufacturing processes for the production of hybrid components. Furthermore, it became evident that the local reinforcement has the desired positive effect on the resulting mechanical properties of the component.

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.

Abb. 3  
Biegeeigenschaften  
lokal verstärkter Bauteile  
*Flexural behavior of local  
reinforced hybrid structures*



# Hybridharze



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

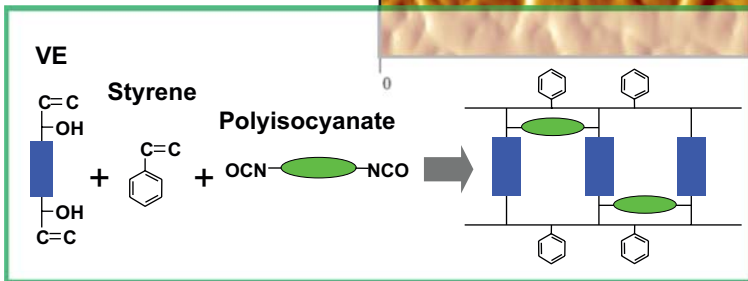
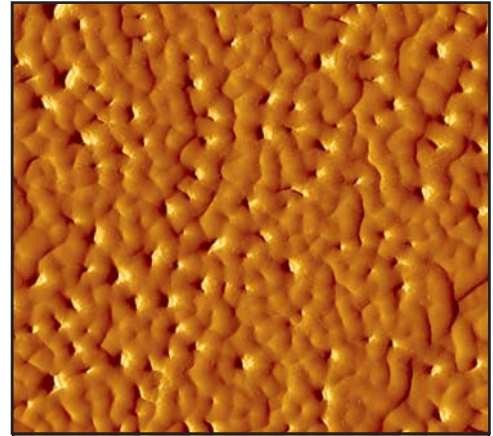
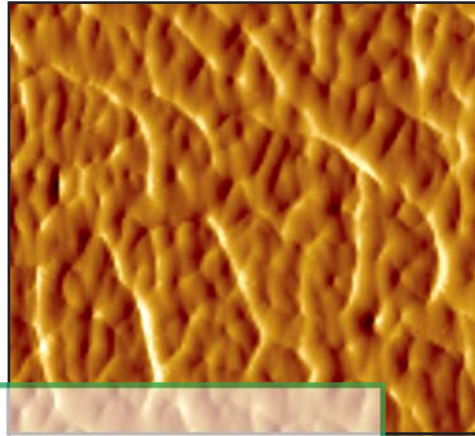


Abb.1  
Amplitudenmodulierte AFM-Aufnahmen von VE-Urethan (links) und 3P/VE Hybriden (rechts)  
*Amplitude-modulated AFM images of VE-urethane (left) and 3P/VE hybrids (right)*

Ziel dieses Projektes war die Untersuchung und Entwicklung von neuartigen Hybridssystemen, als bessere Alternative für existierende 3P-Harze (Polyisocyanat + Polysilikat + Phosphat). 3P-Harze sind „Wasser-in-Öl“ Emulsionen, welche mit Silikatpartikeln verstärkte Polyharnstoffe darstellen. Ein organisches Phosphat dient sowohl zur Emulsionsstabilisierung als auch zur Reaktionskontrolle. Da aber das Phosphat nicht in der Matrix chemisch gebunden vorliegt, würden solche 3P-Harze die Umwelt negativ belasten. Zusätzlich sind die mechanischen Eigenschaften von 3P-Harzen aufgrund der stark variierenden und inhomogen verteilten Silikatpartikelgrößen minimiert. Um diese Nachteile zu umgehen, wurde eine Hybridisierung mit kommerziellen Harzen, wie z.B. Vinylester (VE),

Melamin-Formaldehyd (MF), Epoxidharz (EP), und Naturpolymer, wie z.B. Chitosan, durchgeführt. Es hat sich herausgestellt, dass MF und EP Harze sowie Naturpolymere einen vollständigen Ersatz von organischem Phosphat darstellen (als 2P-Harze bezeichnet). Durch diese Art der Hybridisierung verbessert sich auch die Morphologie, was zu einer Steigerung der bruchmechanischen Eigenschaften führt.

Neuartige phosphatfreie 2P-Hybrid-systeme mit verbesserten Eigenschaften wurden als umweltfreundliche Alternative für 3P-Harze entwickelt, die in der Bauindustrie (z.B. bei Sanierungen) angewendet werden können.

Das Projekt „Duroplastische Hybridharze“ wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unter dem Kennzeichen Ka 1202/15 gefördert.



# PROJEKTE

The aim of this project was research and development of novel hybrid systems as a better alternative for already existing 3P resins (polyisocyanate + polysilicate + phosphate). 3P resins are emulsions based on the water-in-oil type, which result in polyureas containing silica particles. In this case an organic phosphate ester is urgently needed in order to stabilize the emulsion and to control the reaction at the same time. Due to the fact that the phosphate esters are not chemically bound in the matrix, 3P resins will have a negative impact on the environment. In addition, the mechanical properties of 3P resins will be negatively affected by the strong variation in silicate particle size and their poor distribution which will limit their applications.

These challenges were solved by hybridization with commercial resins (e.g. vinyl ester (VE), melamine formaldehyde (MF), epoxy resin (EP), and natural polymer (e.g. chitosan). Moreover, the MF and EP resins as well as the natural polymers are suitable for the complete replacement of organic phosphates (assigned as 2P resins). By using this new hybridization method, the morphology of the related hybrids will be improved which also leads to an increase in the fracture mechanical properties.

Novel phosphate-free 2P hybrid systems with improved properties are developed as an environmentally friendly alternative for 3P resins which might be used in construction industry (e.g. for renovations).

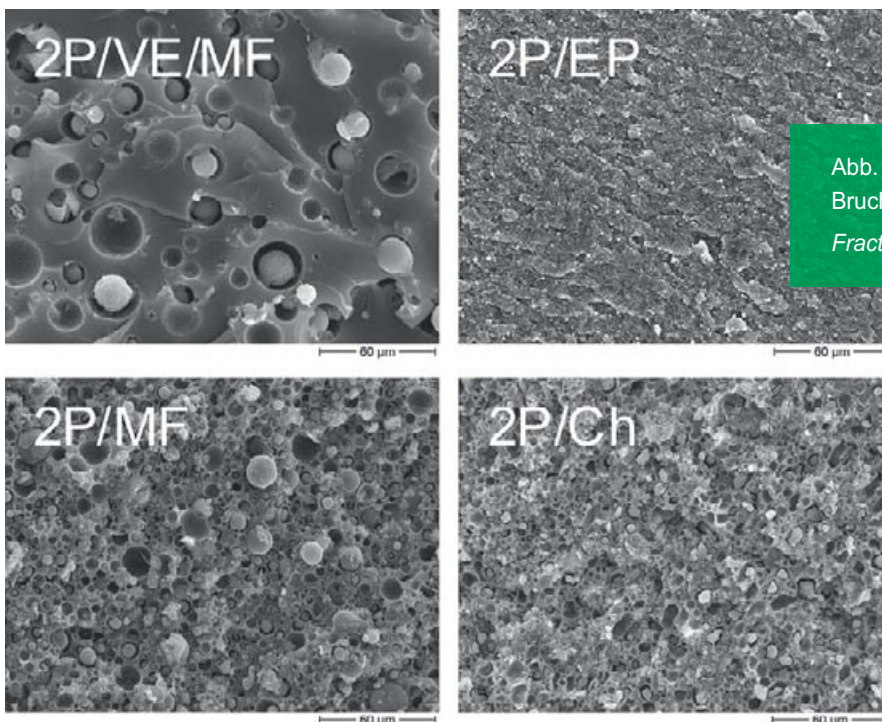


Abb. 2

Bruchoberflächen von 2P-basierten Hybriden

*Fracture surfaces of 2P-based hybrids*

Construction Industry

The project “Hybrid Thermosetting Resins” was funded by the German Research Foundation (DFG) under the reference Ka 1202/15.

## IKOROZ



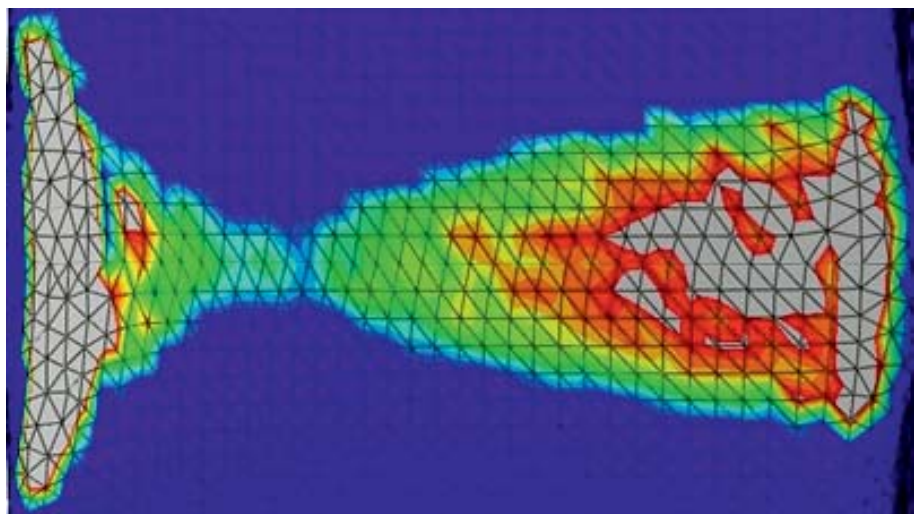
Jens Lichtner  
[jens.lichtner@ivw.uni-kl.de](mailto:jens.lichtner@ivw.uni-kl.de)

IKOROZ steht für: „Integrale und komplexe One-shot Bauweisen für Rotorblatt und Zellelemente“. Ziel des Projektes ist es, die Leistungsfähigkeit von Hubschraubern im Bereich des Rotors und der Zelle durch den Einsatz neuer Technologien zu steigern. Innerhalb des Luftfahrtforschungsprogramms LuFo IV-3 arbeitet das IVW im Unterauftrag der Eurocopter Deutschland GmbH an der Entwicklung einer robotergestützten Trockenfaserlegetechnologie (Legekopf). Dieser Kopf soll in der Lage sein, dreidimensionale und für die Harzinjektionstechnologie geeignete Preforms herzustellen. Dazu sollen gleichzeitig fünf bändchenförmige und mit Binder versehene Halbzeuge nebeneinander auf

eine endkonturnahe Werkzeugoberfläche abgelegt werden. Wichtige Ziele der neuen Technologie sind die Kostenreduktion und die Qualitätssteigerung gegenüber dem bestehenden Verfahren, welche durch die automatisierte Herstellung der Preform in Netshape-Qualität erreicht werden soll. Um dies zu ermöglichen, wird jedes Bändchen einzeln gefördert und online abgeschnitten. Weiterhin befasst sich das IVW mit der thermischen Prozessqualitätskontrolle sowie der Weiterentwicklung, Untersuchung und Evaluierung der vorhandenen und alternativen Heizsysteme zur Aktivierung des Binders während des Legeprozesses.

Kostenreduktion und Qualitätssteigerung bei der Bauteilfertigung von Rotor- und Zellelementen von Hubschraubern durch automatisiertes Ablegen von Faserhalbzeugen. Durch gezielte Platzierung der Fasern kann eine gesteigerte Bauteilperformance erreicht werden.

Projektpartner / Partners:  
 Eurocopter Deutschland GmbH



Simulationsergebnis der adaptiven Rolle an einer Störkante  
*Simulation of the adaptive roller at a fringe*

# PROJEKTE



IKOROZ is an acronym for „Integrale und komplexe One-shot Bauweisen für Rotorblatt und Zellenelemente“. Aim of the project is to increase the efficiency of helicopters in the field of rotor blades and body cells by use of advanced technologies. In this subcontracted work for Eurocopter Deutschland GmbH which is supported by the aeronautics research program LuFo IV-3, IVW is responsible for the „Dry Fibre Placement“ lay-up head. A robot supported multi-tow placement head for dry fibres has to be developed. This device should be able to produce three-dimensional preforms for resin infusion technologies. Five tapes covered with binder will be laid up together side by side on a netshape tool.

To reduce costs and to increase quality the placement should have netshape quality, so every tape has to be handled and sliced separately. Furthermore, IVW is responsible for the thermal process quality control and development, experimental study and evaluation of existing and alternative heat sources for binder activation during the lay-up process.

Automatic tape placement results in cost reduction and quality improvement in the production of rotor and helicopter structures. Due to the targeted placement of fibres an increase of the mechanical properties of the resulting components can be achieved.

Aeronautics

Subcontract work for Eurocopter Germany GmbH within an aviation research program LuFo IV - 3 project  
Funding authority: Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi), funding reference: 20W0809A

## IMS & CPS



Timo Grieser  
[timo.grieser@ivw.uni-kl.de](mailto:timo.grieser@ivw.uni-kl.de)

IMS & CPS (Innovative Material Synergies & Composite Processing Strategies) zielt auf Verbesserungen der matrixdominierten Werkstoffeigenschaften von kontinuierlich verstärkten Faserkunststoffverbunden ab, durch die Einbringung von orientierten Carbon Nanotubes (CNT). Hierzu werden verschiedenste thermoplastische und duromere Prozessrouten verfolgt. In dem vom IVW geleiteten Arbeitspaket werden Flüssigimprägnierprozesse für eine schnelle, ausfilterungsfreie CNT-Harz-Imprägnierung erarbeitet. Der Advanced RTM-Prozess ist ein modifizierter RTM-Prozess, der es ermöglicht, Bauteile in viel kürzerer Zeit herzustellen, auch dann, wenn gefülltes oder hochviskoses Harz verarbeitet wird.

In einem weiteren Arbeitspaket ent-

wickelt das IVW eine Preforminganlage zur Herstellung kontinuierlich vernähter T- und Doppel-T-Profile. Bisher ist das Preforming für Profile in viele kleine zeitintensive Schritte unterteilt. Da für ein Flugzeug mehrere km Stringer benötigt werden, sind die Entwicklungsarbeiten für eine kontinuierliche Herstellung von großer Bedeutung. Der Lösungsansatz basiert auf einem kontinuierlichen Drapierprozess zur T-Profilherstellung und der Fixierung durch den Einsatz einer Schiebrad-Rollfuß-Nähmaschine.

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

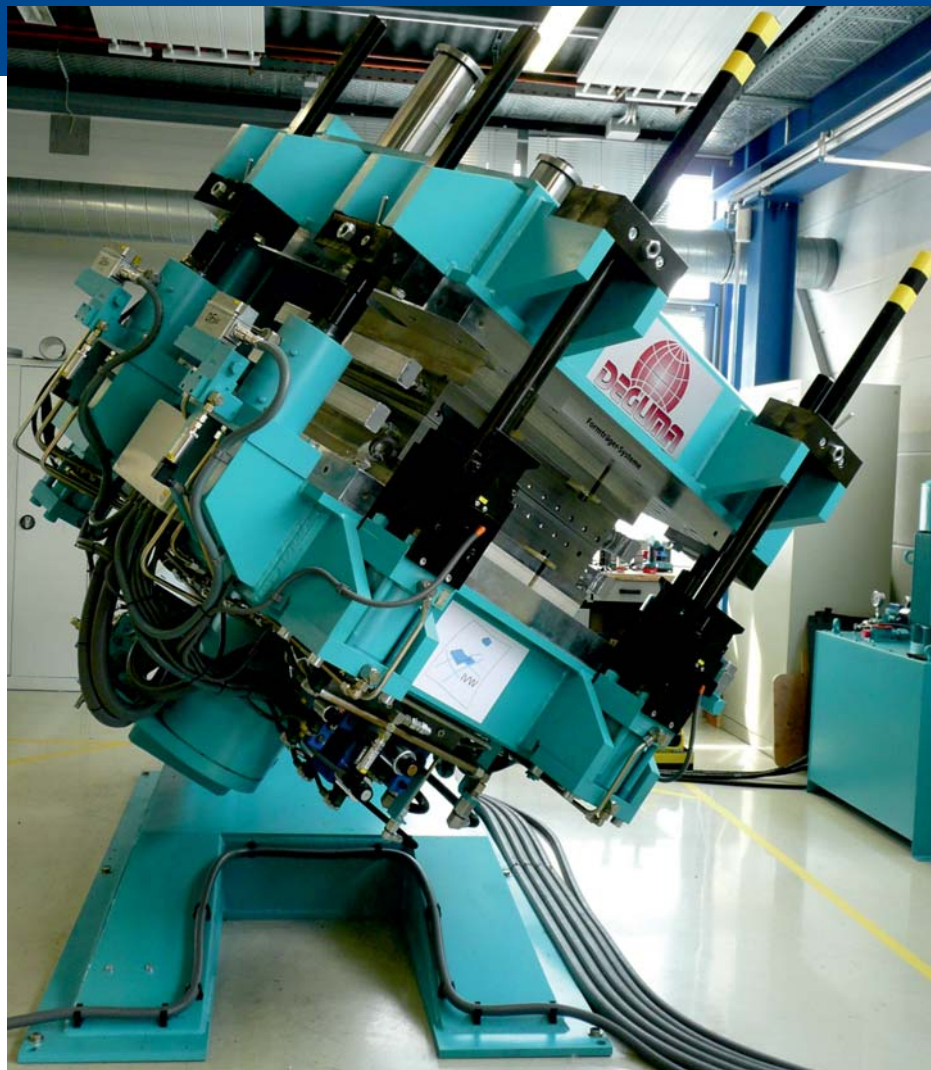
### Projektpartner / Partners:

Coexpair S.A. (Project Coordinator),  
Nanocyl,  
Alstom Transport S.A.,  
Katholieke Universiteit Leuven,  
VLZU - Vyzkumny A Zkusebni Letecky Ustav A.S.,  
CTL – Composites Testing Laboratory Ltd,  
IVW - Institut für Verbundwerkstoffe GmbH,  
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 Superieure des Arts et Industries Textiles,  
Quickstep GmbH,  
FIDAMC - Fundation Para La Investiqacion,  
Desarrolly Y Application De Materials Compuestos,  
Fundacion Imdea Materials

The main objectives of IMS & CPS are the improvement of matrix dominated properties of continuous carbon fiber reinforced plastics (CFRP) by implementation of Carbon Nanotubes (CNT). In this context, various thermoset and thermoplastic processes will be evaluated. In one work package, led by IVW, a fast, exfiltrate-free CNT resin impregnation as well as process parameters of the fluid impregnation are being determined. The Advanced RTM-Process is a modified RTM-Process, which enables quicker component manufacturing even if filled or high-viscosity resins are used.

In another work package 3D-T-profiles and double-T-profiles will be continuously manufactured by IVW's previously developed preforming system. Up to now, preforming is a time-consuming task. Due to the fact that an aircraft requires several km of stringer profiles, the development of a continuous manufacturing process is of main interest. The continuous transport of the T-profile by a feeding wheel and pressure roller is currently under design.

Various thermoplastic and thermoset processes are being developed targeting the oriented incorporation of CNTs. These implementations are for the development of multi-functional short process cycle structural parts with enhanced mechanical properties.



RTM Werkzeugträger  
*RTM die carrier*

Aeronautics

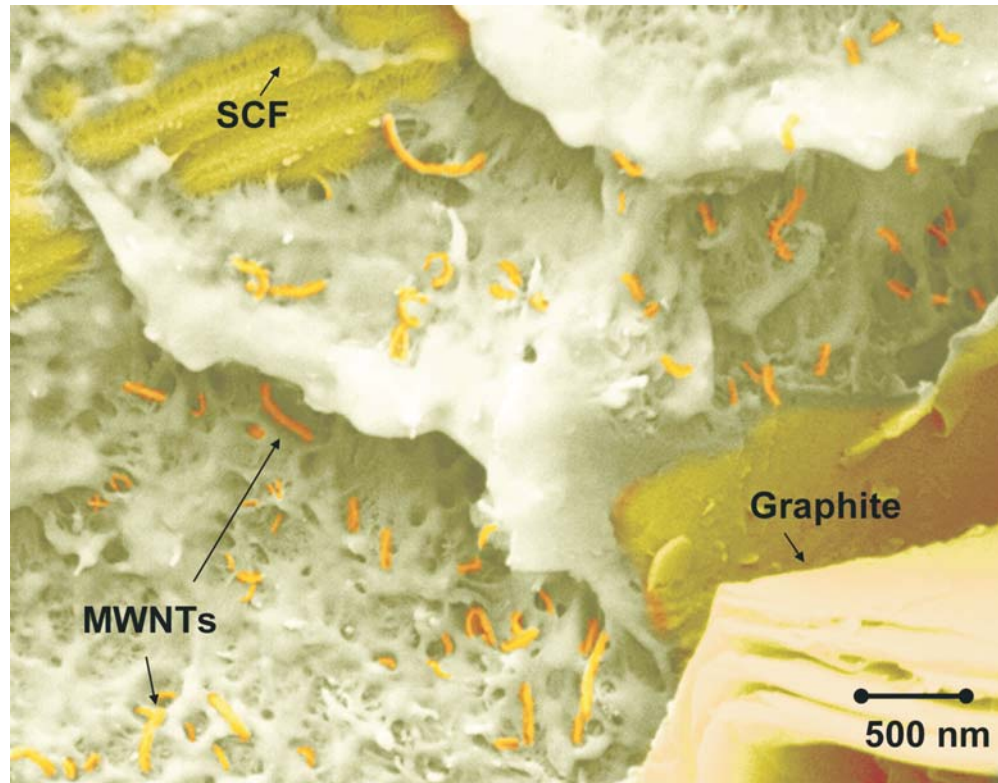
The research is funded by the European Community's Seventh Framework Programme (FP7), Theme NMP-2009-Large-3 (GA-No. 246243).

# Inno.CNT-CarboDis



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

Abb. 1  
MWNT/SCF/  
Graphit-Hybridkomposit  
*MWNT/SCF/Graphite  
Hybrid Composite*



Inno.CNT-CarboDis hat die Entwicklung verbesserter Dispergiertechnologien und die Erforschung resultierender Eigenschaftsprofile von CNT-Nanokompositen basierend auf vorwiegend polymeren Matrices zum Ziel. Polyphenylensulfid (PPS) und mehrwandige CNTs (MWNTs) sowie kombinierte Füllstoffsysteme mit kurzen Kohlenstofffasern (SCF) und Graphit werden über optimierte Doppelschneckenextrusion kompondiert und Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehungen aufgebaut.

Eine empirische Formel wurde aufgestellt, um die elektrische Leitfähigkeit in einen direkten Zusammenhang zu

quantitativen Phasenanteilen perkolierender MWNTs zu stellen, die über das Charge-Contrast-Imaging im REM bestimmt wurden.

Eigenschaftsprofile der PPS-Komposite werden optimiert und Wirkmechanismen der Funktionsfüllstoffe werden erforscht.

Neuartige PPS-Komposite werden entwickelt, die über eine funktionsintegrierte elektrische Leitfähigkeit im Eigenschaftsprofil Standardkompositen überlegen sind, was die Erschließung neuer Anwendungsfelder, wie beispielsweise elektrostatisch gefährdete Bauelemente in der Elektronik, ermöglicht.

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

Aeronautics  
Engineering  
Electrical Industry

Inno.CNT-CarboDis is working on the development of improved dispersion technologies and the exploration of the material properties of CNT-nanocomposites based on mainly polymeric matrices. Polyphenylene sulfide (PPS) and multi-walled CNTs (MWNTs) as well as combined filler systems with short carbon fibers (SCF) and graphite are used and melt mixed via optimized twin-screw extrusion, and process-structure-property-relationships will be built up.

A new empirical equation was set up to fit the electrical conductivity using quantitative values of percolating MWNTs which were detected via innovative charge contrast imaging in SEM.

Property profiles of PPS-composites will be improved and interaction mechanisms of functional fillers will be investigated.

New PPS-composites with integrated electrical conductivity will be developed, offering superior materials performance compared to standard filler-systems, allowing the introduction of new application fields, such as electrostatic sensitive components in electronics.

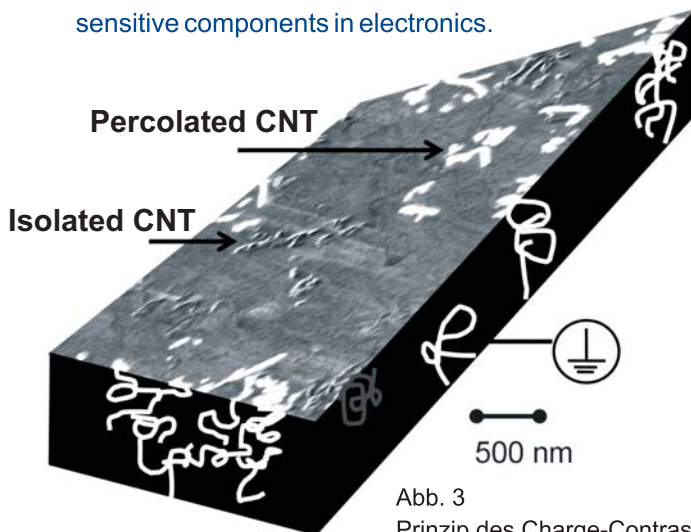


Abb. 3  
Prinzip des Charge-Contrast-Imaging im Rasterelektronenmikroskop  
Principle of charge contrast imaging in scanning electron microscope

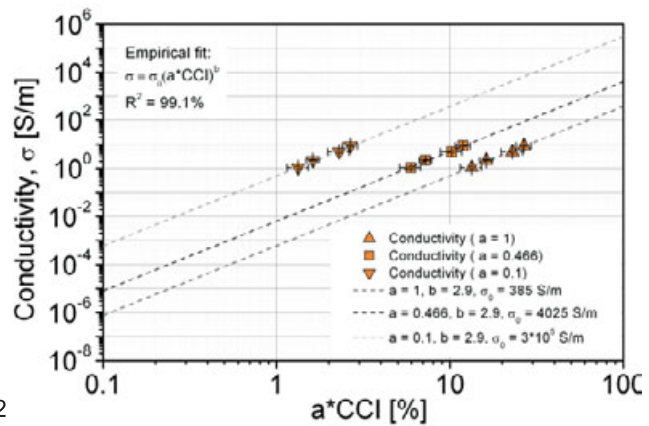


Abb. 2  
Leitfähigkeit in Abhängigkeit des MWNT-Phasenanteils (CCI)

Conductivity depending on MWNT phase amount (CCI)

## Projektpartner / Partners:

BASF SE,  
Bayer Material Science AG,  
BYK Chemie GmbH,  
Evonik Degussa GmbH,  
EXAKT Advanced Technologies GmbH,  
Future Carbon GmbH,  
Siemens AG,  
Zentrum für Brennstoffzellen  
Technik ZBT GmbH,  
Fraunhofer-Institut für  
Chemische Technologie,  
Leibniz-Institut für Polymerforschung  
Dresden e.V.,  
Technische Universität Hamburg-Harburg:  
Institut für Kunststoffe und  
Verbundwerkstoffe,  
Universität Erlangen-Nürnberg:  
Lehrstuhl für Kunststofftechnik,  
assoziierter Partner:  
Rhein Chemie Rheinau GmbH

## Inno.CNT-CarboROAD



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

Das vom BMBF geförderte Projekt CarboROAD ist ein Anwendungsprojekt der Inno.CNT-Allianz. In CarboROAD werden Verfahren, Anlagen und Ausgangswerkstoffe entwickelt, um Carbon Nanotube (CNT)-Harz über Flüssigimprägnierverfahren zu verarbeiten.

Projektziel ist die Entwicklung von drei Demonstratorbauteilen mit einer wirtschaftlichen Eigenschaftsverbesserung durch CNTs in den Bereichen:

**Windkraft** - GFK-Rotorblattsegment mit einer elektrischen Leitfähigkeit ausreichend für Structural Health Monitoring,

**Sport** - eine biegeweiche Rennradsattelstütze mit erhöhter Ermüdungsfestigkeit,

**Industrie** - eine Papierwalzenbeschichtung mit erhöhter Temperaturwechselbarkeit und Härte.

Die Herausforderung ist die homogene Einbringung der CNTs. Beim Einsatz von konventionellen Imprägnierverfahren werden die CNTs durch das Verstärkungstextil ausgefiltert. Am IVW konnte ein Schlauchblasverfahren mit schließbaren Fließkanälen entwickelt werden. Dieses Verfahren verhindert die Ausfilterung der CNTs bei der Injektion und erlaubt die Verarbeitung höchstviskoser Harze über das RTM-Verfahren.

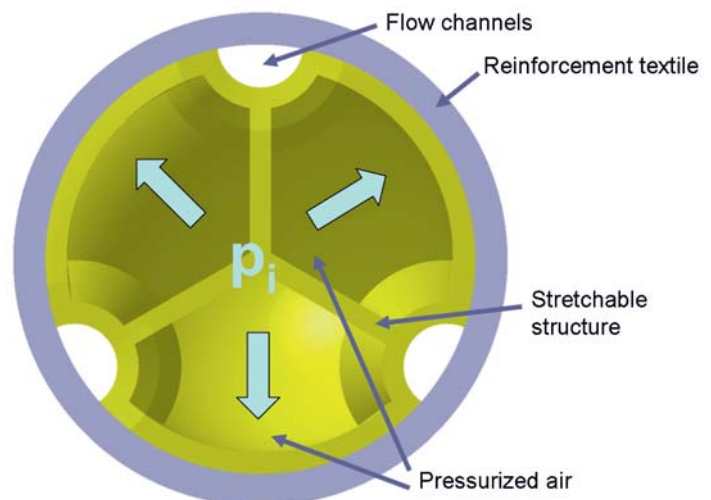
Neuartige CNT-GFK-Komposite werden entwickelt, die über eine funktionsintegrierte elektrische Leitfähigkeit und mechanische Eigenschaftserhöhung reinen glasfaserverstärkten Kunststoffen überlegen sind.

Energy  
Sports and Recreation  
Engineering



Abb. 1  
Schlauchblase für homogene Verteilung von CNT  
*Inflatable bladder for homogeneous CNT distribution*

Abb. 2  
Darstellung der Funktionsweise einer Schlauchblase  
*Drawing showing the mode of operation of the inflatable bladder*





CarboROAD is part of the alliance Inno.CNT. The project is funded by the BMBF. In CarboROAD processes, machines and raw materials are developed to process Carbon Nanotube (CNT) doped resin by liquid composite molding.

The goal of the project is to develop three demonstrators with enhanced properties:

**Windpower** - a rotor blade segment with electrical conductivity sufficient for structural health monitoring,

**Sports** - an angular flexible racing bicycle seat post with prolonged fatigue life,

**Industry** - a surface coating of a paper roller with increased hardness and enhanced thermal fatigue life.

The challenge is to homogeneously distribute the CNTs in the reinforcement textile. Using conventional infusion processes the CNTs are filtered. At IVW a bladder infusion molding process with closable flow channels that prevents filtering has been developed. A patent has been filed for the process. This technique prevents the filtering of CNTs during the injection process and allows the use of higher viscosity resins during RTM-manufacturing.

New processes to handle CNT doped GFRP composites with integrated electrical conductivity have been developed. The technology offers superior materials performance, allowing new application fields, such as structural health monitoring of GFRPCs.

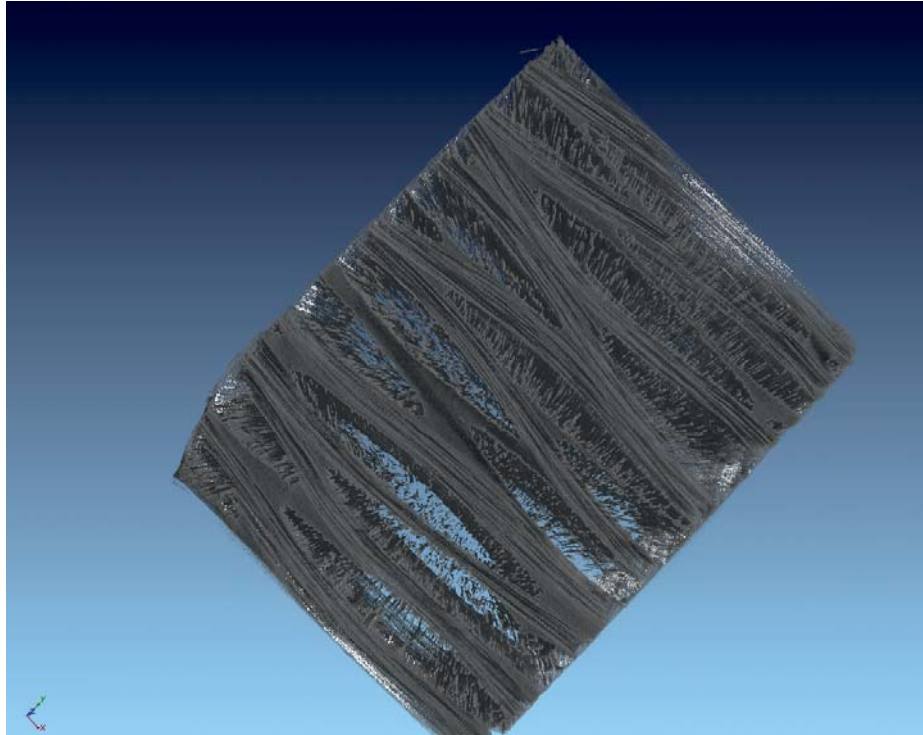


Abb. 3  
Struktur der Epoxidharzmatrix eines GFK-Gewebelaminates  
*Structure of epoxy resin of a GFRP laminate*

#### Projektpartner / Partners:

Büfa (Harzformulierer / resin systems),  
Saertex (Gelegehersteller / producer of NCFs),  
Tartler (Injektionsanlagen / injection equipment),  
Canyon (Fahrradhersteller / bicycle company),  
xperion FS Composites  
(Walzenhersteller / roller production)

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).

## LDA NL



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

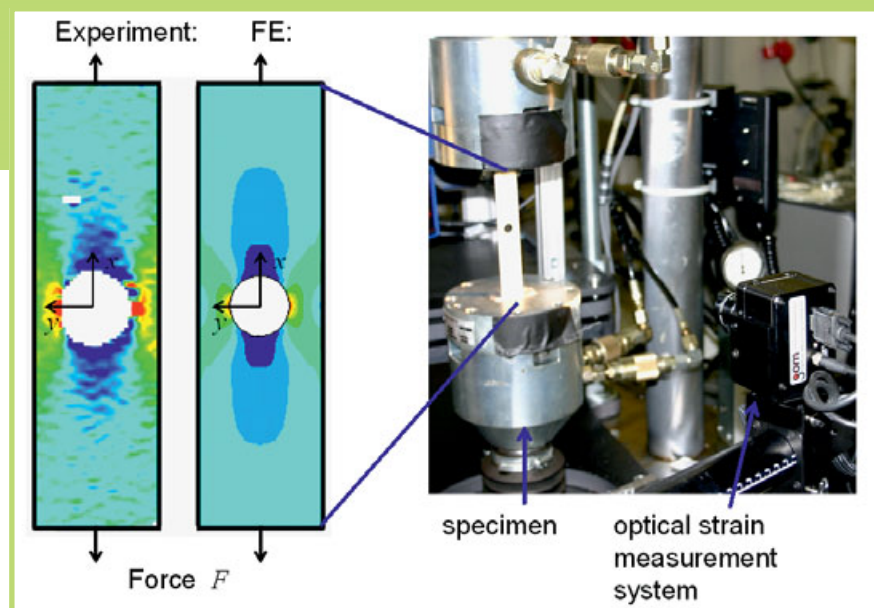
Das Projekt LDA NL erforscht prognosefähige Berechnungsmethoden zur Nutzung des Werkstoffpotentials von FKV für den steigenden Einsatz von Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen (FKV) in schwingend belasteten Bauteilen. Eine hohe Vorhersagegüte ist nur unter Einbeziehung geeigneter Werkstoffgesetze und Versagensmodelle für das bei schwingender Belastung komplexe Versagensverhalten von FKV möglich. Bestehende Methoden zur rechnerischen Lebensdaueranalyse von FKV-Strukturen sind erst in Ansätzen und meist unter Annahme von linear-elastischem Werkstoffverhalten entwickelt.

Innerhalb des Forschungsprojekts werden für zwei typische FKV-Werkstoffe die nichtlinearen Werkstoffgesetze experimentell ermittelt, um mit ihnen das

statische und zyklische Verhalten des Werkstoffs unter Belastung zu beschreiben. Mathematische Formulierungen dieser Werkstoffgesetze werden zusammen mit geeigneten Versagenskriterien und Iterationsalgorithmen in ein vorhandenes Lebensdaueranalyseprogramm implementiert. Die realitätsnahe Berechnung komplexer Bauteile wird durch eine gekoppelte Finite-Elemente-Struktur- und Lebensdaueranalyse ermöglicht. Durch eine experimentelle Verifikation soll die Einsatzfähigkeit des Verfahrens gezeigt werden.

Die zu erzielenden Ergebnisse sollen eine hohe Vorhersagegüte bei der Berechnung des komplexen Versagensverhaltens von FKV bei schwingender Belastung ermöglichen.

Abb. 1  
Experimentelle optische Ermittlung des Dehnungszustands einer FKV-Probe mit offener Bohrung unter einachsiger quasi-statischer Zugbelastung  $F$   
*Experimental determination of the strain state of an FRP open-hole tension specimen subjected to quasi-static 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.

# PROJEKTE

The LDA NL project researches computational procedures with a high predictive capability and reliability to deploy the high potential of fiber reinforced plastics (FRP) for the growing utilization of these materials in structures which are exposed to cyclic fatigue. This can only be achieved by employing adapted material laws and failure models for the complex failure mechanisms of FRP under cyclic fatigue. Existing methods for the numerical fatigue life prediction of FRP structures are in a development stage and usually assume linear-elastic material laws.

In the on-going research project the nonlinear material laws of two typical FRP materials are determined experimentally in order to describe their static

and fatigue behavior. Mathematical formulations of the material laws together with adequate failure criteria and iteration algorithms are implemented into an existing fatigue life prediction computer code. A realistic fatigue life prediction of complex FRP parts will be enabled by coupling of the structural analysis (FEA) and the fatigue life analysis. An experimental validation shall confirm the usability of the approach.

The aspired results shall allow a realistic fatigue life prediction of the complex failure mechanisms of FRP under cyclic fatigue.

Automotive  
Aeronautics  
Engineering

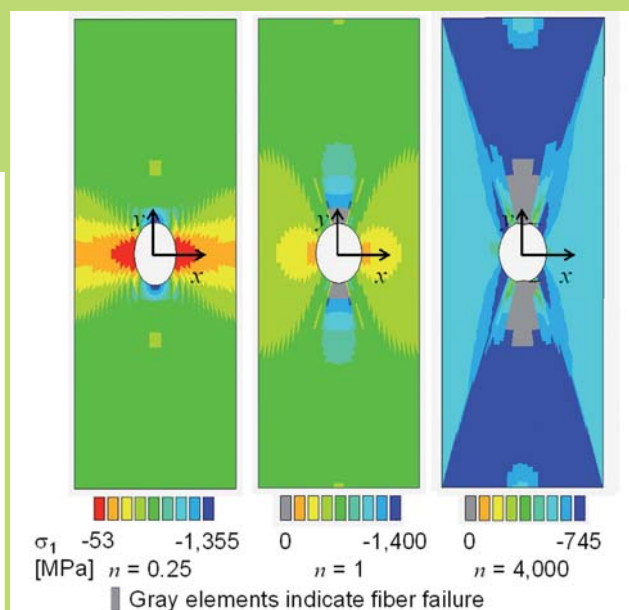


Abb. 2  
Finite-Elemente-Lebensdaueranalyse an einer gelochten FKV-Probe, Darstellung des Spannungszustands bei Belastung  $F_x$  und des zunehmenden Elementversagens bei steigender Schwingenzahl  $n$

*Finite element based fatigue life prediction of an open-hole FRP specimen outlining stress state under load  $F_x$  and increasing element failure due to increasing cycle numbers  $n$*

The research project "Fatigue life prediction for thin-walled FRP structures considering non-linear material laws" is funded by the German Research Foundation (project nos. HI 700/11-2 und 11-3).

## LightGRIP



Henrik Schmidt  
[henrik.schmidt@ivw.uni-kl.de](mailto:henrik.schmidt@ivw.uni-kl.de)

Engineering

Wissenschaftliche Zielsetzung des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung von funktionsintegrierten FKV-Komponenten für ein Auslegergreifersystem von Bogendruckmaschinen, die für die Bedruckung verschiedener Medien bei der Herstellung von Verpackungen und Verlagsprodukten eingesetzt werden. Diese Maschinen bestehen in der Regel aus einem Anleger, den Druckwerken und dem Ausleger. Das Auslegergreifersystem ist hierbei für die Übernahme der bedruckten Bögen vom letzten Druckwerk und den nachfolgenden Transport zum Ablagestapel verantwortlich.

Im bisherigen Projektverlauf wurden FKV-Bauweisen für ein Standard-Aus-

legergreifersystem erarbeitet und erste Prototypen gefertigt. Weiterhin wurde eine faserverbundgerechte Bauweise eines XXL-Auslegergreifersystems entwickelt und dazugehörige FE-Analysen durchgeführt. Im weiteren Projektverlauf sollen die gefertigten Prototypen auf Prüfständen und in der Maschinenumgebung hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit untersucht werden.

Durch den Einsatz neuer Materialien wie kohlenstofffaserverstärkter Kunststoffe (CFK) und neuer Verfahren, kann eine weitere Steigerung der Geschwindigkeit von Druckmaschinen bei gleichbleibender Druckqualität realisiert werden.



Abb. 1  
Bogendruckmaschine  
*Sheet fed printing machine*

# PROJEKTE

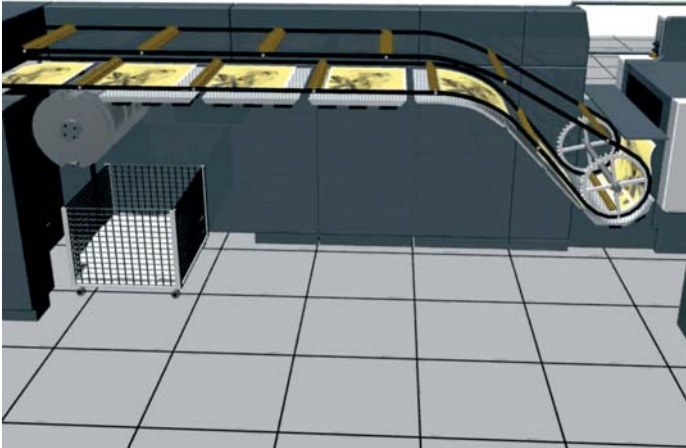


Abb. 2  
Umlaufendes Kettensystem mit Auslegergreifersystemen  
*Rotating chain system with grip systems*

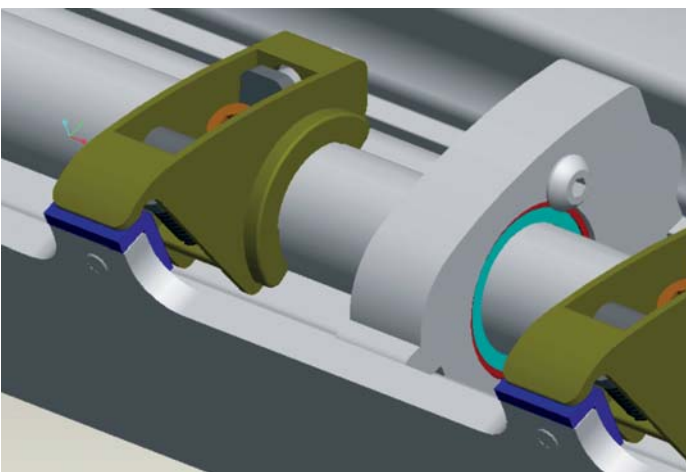


Abb. 3  
Systemgreifer zur Übernahme der Druckbögen  
*System for gripping of printed sheets*

The research project's scientific objective is the development of a grip system with high integration potential for sheet fed printing machines that are employed for imprinting different media during the manufacturing of packages and publishing products. These machines generally consist of feeder, print works, and grip system. Within the printing process the grip system is responsible for the take-over of the printed sheets and the further transport to the deposition stack.

Within the course of the project FRP designs for a standard grip system were developed and first prototypes were manufactured. Furthermore, a FRP suitable design of an XXL grip system was generated and FE analyses were carried out. In the following steps of the project the prototypes should be investigated on test rigs and within the printing machine with regard to their productivity.

By the application of new materials such as carbon fiber reinforced plastics (CFRP) and new processes, further enhancement of the printing velocity with constant printing quality is feasible.

## Projektpartner / Partners:

manroland AG (Projektleitung),  
Jacob Composite GmbH,  
CrossLink Faserverbundtechnik GmbH,  
Digalog Industrie-Mikroelektronik GmbH

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).

## Locar



Jens Mack  
[jens.mack@ivw.uni-kl.de](mailto:jens.mack@ivw.uni-kl.de)

Aeronautics

Projektpartner / Partners:  
Eurocopter Deutschland GmbH

Ziel dieses Forschungsprojektes ist eine Weiterentwicklung des bereits bei Eurocopter Deutschland vorhandenen Halbzeugablegesystems zur Fertigung von Helikopterbauteilen. Das Projekt LOCAR – Low Cost Advanced Rotor System wird im Unterauftrag für die Eurocopter Deutschland GmbH im Rahmen eines Luftfahrtforschungsprogramm LuFo IV - 3 Projektes bearbeitet.

Das bereits bei ECD vorhandene System soll durch eine geeignete Qualitätssicherung, ein Materialbevorratungssystem und eine Materialumspulstation ergänzt werden.

Die Prozesse müssen in Abhängigkeit der Prozessgeschwindigkeit, der Materialschädigungen und der benötigten Auflösung der Messsysteme entwickelt und geprüft werden, um eine Industrialisierung zu gewährleisten. Grundlagenforschungen zur Materialschädigung und Materialumspulung in Verbindung mit einer entsprechenden Analyseeinheit (sowohl Soft- als auch Hardware) zeichnen dieses Forschungsprojekt aus. Die erzielten Forschungsergebnisse dienen nun sowohl zur Konstruktion des QS-Systems als auch der Materialumspul-einheit.

Erweiterung des bestehenden Roboterablegesystems mit einem Online-Qualitätssicherungsmodul und einem Offline-Qualitätssicherungs- und Umspulmodul.



Fördermittelgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)  
Förderkennzeichen: 20H0910A

Target of the research project is the further development for a semi-finished lay-up system in operation at Eurocopter Deutschland for the manufacturing of helicopter parts. The project **LOCAR - Low Cost Advanced Rotor System** is a subcontracted work for Eurocopter Deutschland GmbH which is supported by the aeronautics research program LuFo IV – 3.

The existing system shall be supplemented with an adequate online quality measurement system, a material storage system, and a material rewinding system.

Each process must be developed and reviewed as a function of process velocity, material damage, and measurement resolution to ensure industrialization. Basic research of material damage and the material rewinding system related to an analyzing measurement system (soft- and hardware) are fundamental for the research project. The research results are now used for the construction and building of the quality measurement and material rewinding system.

Extension of the current robot lay-up system with an online quality assurance module and an offline quality assurance and material rewinding module.

Abb. 1  
Optische Qualitätskontrolle  
*Optical quality control*

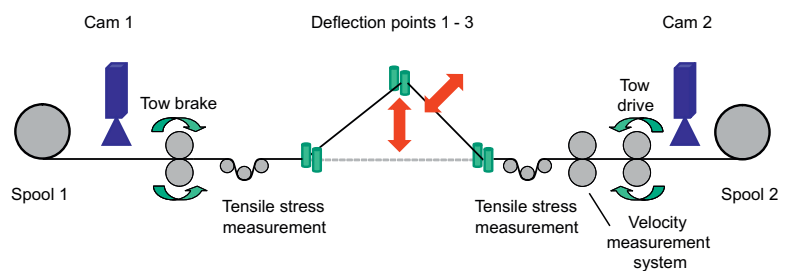


Abb. 2  
Versuchsaufbau zur Materialschädigung  
*Sketch of test rig for material damage*

# Mehrschichtverbundsysteme bei Grenzreibung

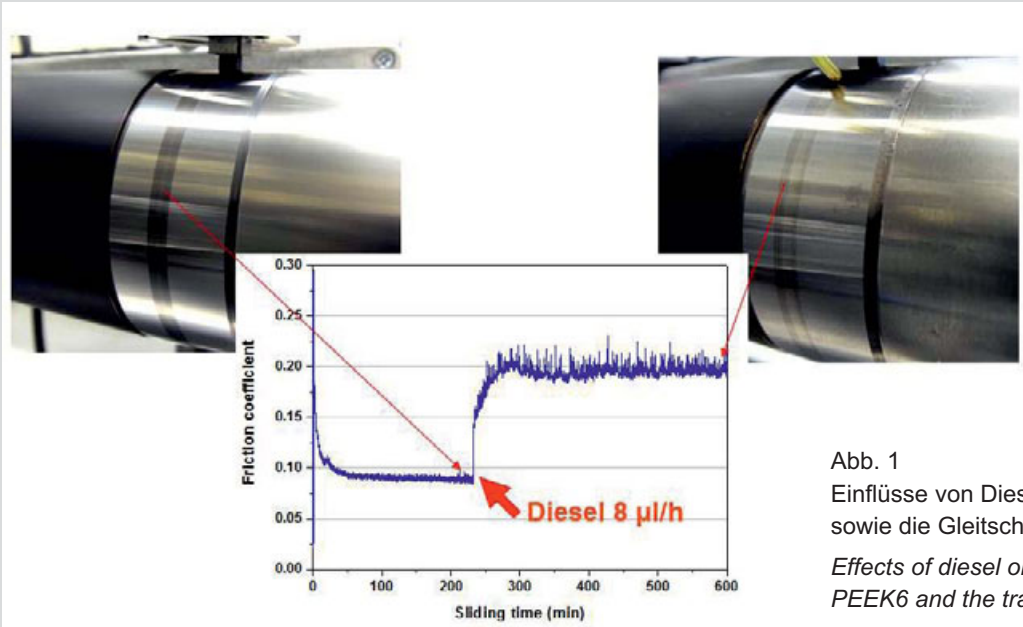


Abb. 1  
Einflüsse von Diesel auf den Reibkoeffizienten sowie die Gleitschicht von PEEK6  
*Effects of diesel on the friction coefficient of PEEK6 and the transfer film*



Ga Zhang  
ga.zhang@ivw.uni-kl.de

Das Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung des Verhaltens von Poly(etheretherketon) (PEEK) sowie PEEK Verbunden (PEEK6) bei Grenzreibung. PEEK6 stellt einen PEEK Verbund mit optimiertem tribologischen Verhalten bei Trockenreibung dar.

Bereits geringe Mengen an Schmiermitteln, wie z. B. Diesel oder Motoröl, verringern den Verschleiß von PEEK gegenüber Trockenreibung. Im Falle von Grenzreibung wird die meiste Last von Rauheitsspitzen getragen. Hierbei entstehen lokal erhöhte Drücke, welche zu Hitzeentwicklung und daraus resultierend zu stick-slip Effekten führen. Wird Diesel als Schmierstoff beigegeben, so erhöhen sich der Reibungskoeffizient sowie der Verschleiß von PEEK6 merklich. Wie in Abbildung 1 dargestellt, wird

durch die Zuführung von 8 µl Diesel pro Stunde ein schneller Anstieg des Reibkoeffizienten von PEEK6 erreicht. Die bei Trockenreibung entstandene Gleitschicht auf dem Gegenkörper wurde durch die Zugabe von Diesel (Vergleich Abbildung 1) zerstört. Die Reibkoeffizienten bei Trockenreibung sowie unter Ölschmierung werden in Abbildung 2 verglichen. Im Gegensatz zum Diesel verringert der Einsatz von Motoröl auf der Kontaktfläche die Reibung sowie den Verschleiß von PEEK6.

Um die Grenzreibung bei Schmierung mit Diesel weiter zu verbessern, müssen die Zusammensetzungen der Polymerverbunde dahingehend geändert werden, dass sich eine dünne aber zähe Gleitschicht ausbilden kann.

Engineering

Fördermittelgeber: Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e.V. (FVV)



The objective of this work is to investigate the boundary friction behaviors of poly(etheretherketone) (PEEK) and a PEEK composite (PEEK6). PEEK6 is a PEEK-composite with optimized tribological performance under dry sliding conditions.

In comparison to dry sliding even small amounts of lubricants, e.g. diesel and engine oil, reduce the abrasions on PEEK. In case of boundary friction, most load is carried by surface asperities and the heat developed by the local pressures causes stick-slip. The utilization of diesel as a lubricant significantly increases the friction coefficient and wear rate of PEEK6. As illustrated in Figure 1, the addition of 8  $\mu\text{l/h}$  diesel leads to a rapid increase in the friction coefficient of PEEK6. The homogenous transfer film on the counterface developed during dry sliding was destroyed due to the addition of diesel (cf. Figure 1). The friction coefficients under dry friction and engine oil lubrication conditions are compared in Figure 2. In contrast to diesel, the engine oil film on the contact surface effectively reduces the friction and wear of PEEK6.

In order to further improve the boundary friction performance with diesel lubrication, the compositions of polymer composites must be optimized accordingly so that a thin and toughened transfer film will be developed.

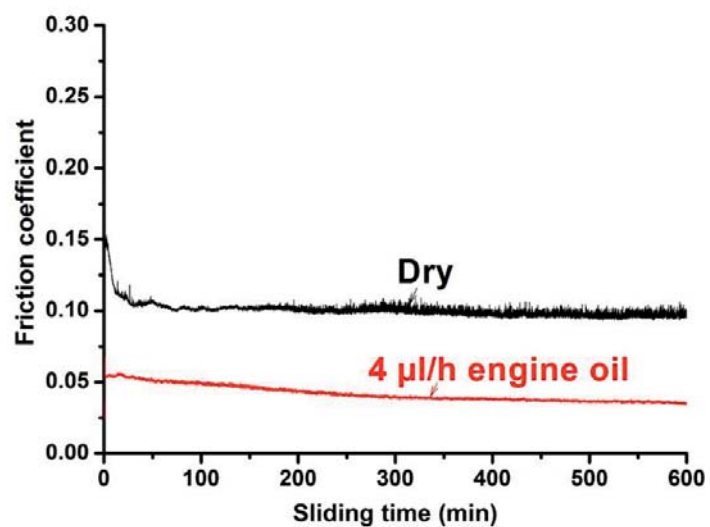


Abb. 2  
Vergleich der Reibkoeffizienten von PEEK6 unter  
Trockenreibung sowie Schmierung mit Motoröl  
*Comparison of the friction coefficients of PEEK6 obtained  
under dry friction and engine oil lubrication conditions*

#### Projektpartner / Partners:

Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik GmbH, Institut für Dynamik und Schwingungen, Ingenieurgesellschaft für Strukturanalyse und Tribology mbH, KS-Gleitlager GmbH, Robert Bosch GmbH, Schaeffler KG, IAVF Antriebstechnik Ag, Main-Metall-Gießerei Fritz-Schorr GmbH Co. KG.

## NAFO



Michael Bierer  
michael.bierer@ivw.uni-kl.de

Naturfaser-Kunststoff-Verbunde werden seit mehreren Jahrzehnten in der Automobilindustrie als Verkleidungsträger im Kraftfahrzeuginnenraum eingesetzt. Ziel des NAFO-Projektes ist die Steigerung des Eigenschaftsbildes eines Naturfaser-Kunststoff-Verbundes hinsichtlich seiner Flammwidrigkeit und

Oberflächenbeschaffenheit, damit ein Einsatz in den folgenden Sichtbereichen möglich wird:

- in Bussen und Schienenfahrzeugen als Verkleidungselemente und
- im Messebau als Wandaufbauten.

Um die Flammwidrigkeit zu steigern, werden dem Harz Flammenschutzmittel zugegeben. Die Arbeitsinhalte des IVW konzentrieren sich auf den Verarbeitungsprozess dieses neuen Naturfaserverbundes. Bislang wurden bereits mehrere Flammenschutzmittel auf Matrixverträglichkeit und Brandschutzwirkung überprüft und eine erfolversprechende Komponentenauswahl getroffen. Proben aus dieser Kombination wurden im Pressprozess hergestellt und werden aktuell mechanisch untersucht. Ebenfalls wurden mehrere Varianten zur Oberflächenmodifikation durchgeführt, die zurzeit charakterisiert werden.

Naturfaserverbundwerkstoffe können bislang in brandkritischen Anwendungsbereichen nicht eingesetzt werden. Diese Beschränkung gilt es durch die Anwendung geeigneter Flammenschutzmittel aufzuheben, damit nachwachsende Rohstoffe in neuen Anwendungsgebieten einsetzbar werden.

Abb. 1  
Brennkasten  
*Fire cabinet*



Projektpartner / Partners:

J. Dittrich & Söhne  
Vliesstoffwerk GmbH

Das Forschungsvorhaben mit dem Kennzeichen KF2088302HG9 wird gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Natural fiber reinforced composites are used as car interior lining in the automotive industry for many decades. The target of the NAFO project is to enhance the characteristics of the natural fiber reinforced composite regarding the flame retardant behavior and surface quality to enable an application in the following areas:

- interior lining of buses and rail vehicles,
- walls for exhibition stand constructions.

Flame retardants are added to the resin. The work contents of IVW concentrate on the manufacturing process of this new natural fiber composite. So far, several flame retardant additives have been investigated concerning matrix compatibility and flame retardant behavior and eventually a promising flame retardant was selected. Mechanical testing of compression molded samples with the most promising material combination is in progress. Several surface modifications of the composites have already been made and are currently characterized.

Natural fiber reinforced plastics can not be used in fire critical environments today. This restriction shall be abolished by application of suitable flame retardant additives so that renewable resources can be used in new application areas.

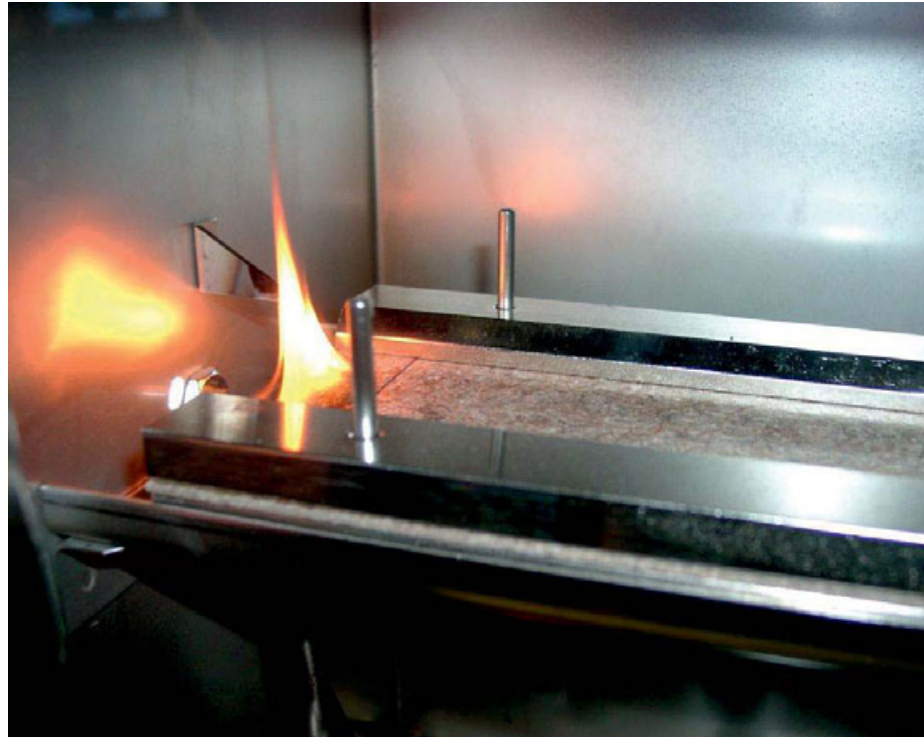
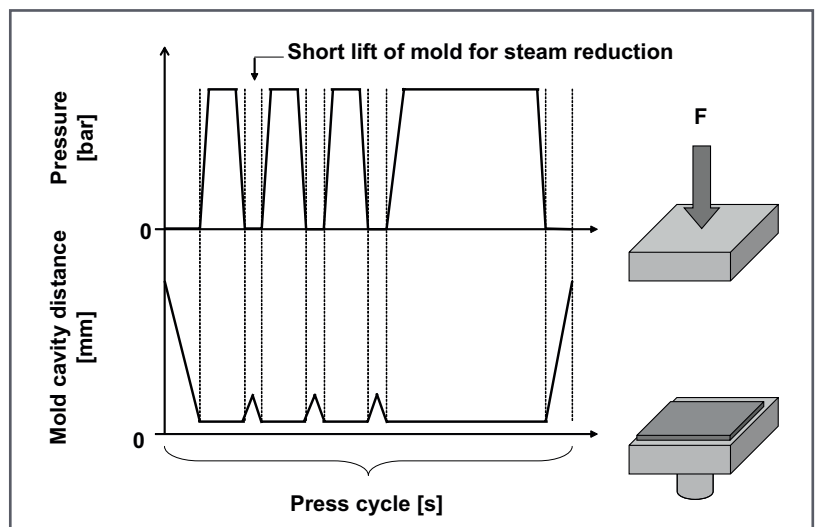


Abb. 2  
Prüfung des Brennverhaltens  
*Testing the burning behavior*

Automotive  
Construction Industry

Abb. 3  
Mehrere Lüftungshübe mit dem Werkzeug sind zur Reduzierung des Dampfdrucks im Verbund nötig

*Several short lifts of mold are necessary to reduce steam pressure in the composite*



The research project is funded by the Federal Ministry of Economics and Technology by a resolution of the German Parliament under the grant agreement No. KF2088302HG9.

# Nanomodifizierte TPEs



Ruijuan Zhou  
ruijuan.zhou@ivw.uni-kl.de

Automotive  
Aeronautics  
Engineering

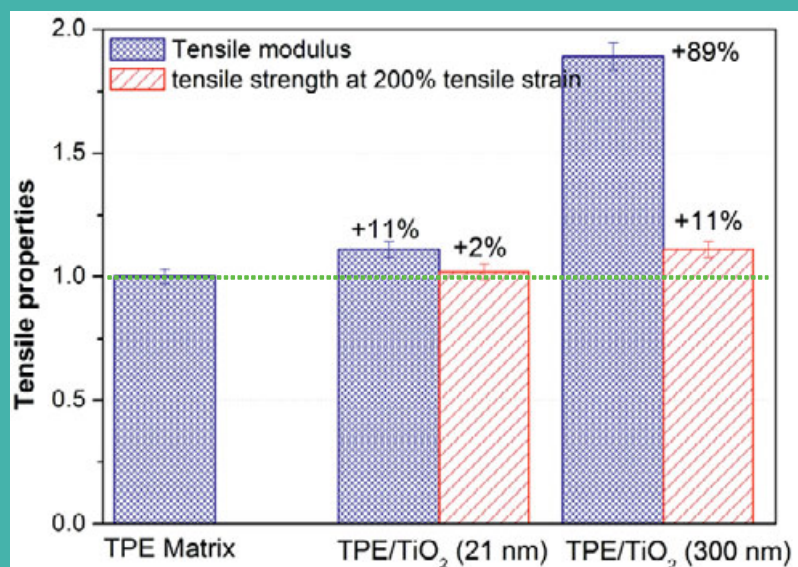
Das Projekt beschäftigt sich mit Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von mit unterschiedlichen Nanopartikeln modifizierten Thermoplasten und thermoplastischen Elastomeren (TPE). Unter anderem wurde TPE mit verschiedenen TiO<sub>2</sub>-Partikeln (primär Partikelgröße: 21 nm und 300 nm) über Doppelschneckenextrusion hergestellt und mechanisch sowie visuell charakterisiert.

Nach  $\mu$ -CT (Computer-Tomographie) Analyse liegen die TiO<sub>2</sub> (300 nm) Partikel homogen dispergiert in der TPE Matrix vor. Im Gegensatz dazu zeigen die TiO<sub>2</sub> (21 nm) Partikel aufgrund vorliegender Van der Waals Wechselwirkungen, insbesondere Wasserstoffbrückenbindungen, große Agglomerate, welche über den gewählten Doppelschneckenextruder-Prozess nicht aufgebrochen werden konnten (Deagglomeration). Die mechanischen Eigenschaften (Zugmodul, Zugfestigkeit) der hergestellten TPEs wurden im Falle eines Partikelge-

haltes von 2,6 Vol.-% deutlich verbessert. Die TPE / TiO<sub>2</sub> (300 nm) Komposite zeigen aufgrund der besseren Dispergierqualität und des damit zusammenhängenden höheren effektiven Volumengehaltes an Partikeln in der Matrix bessere Zugeigenschaften als die TPE / TiO<sub>2</sub> (21 nm) Komposite.

Ziel des Projekts ist eine signifikante Erhöhung der mechanischen Eigenschaften von nanomodifizierten Thermoplasten und TPEs durch Zugabe von Nanopartikeln. In weiteren Arbeiten wird versucht, die Deagglomeration von marktüblichen nano-TiO<sub>2</sub> Partikeln in der TPE Matrix über „advanced“ Doppelschneckenextrusionstechnologie zu optimieren bzw. „advanced“ TiO<sub>2</sub>-Nanopartikelsysteme einzusetzen, die sich leichter mit der zur Zeit zur Verfügung stehenden Dispergiertechnologie, dispergieren lassen.

Abb. 1  
Erhöhter Zugmodul und Zugfestigkeit von TPE / TiO<sub>2</sub> (21 nm) und TPE / TiO<sub>2</sub> (300 nm) Kompositen  
*Increased tensile modulus and strength of TPE / TiO<sub>2</sub> (21 nm) and TPE / TiO<sub>2</sub> (300 nm) composites*



Das Projekt „Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von nanomodifizierten Thermoplasten und thermoplastischen Elastomeren“ wird vom DFG-Graduiertenkolleg 814 unterstützt.

This project is working on structure-property relationships of nanoparticle-filled thermoplastics and thermoplastic elastomers (TPEs). Selected TPE was filled with spherical  $\text{TiO}_2$  particles with different primary particle sizes (21 nm and 300 nm). The TPE composites were produced by direct melt blending in a twin screw extruder and then mechanically and morphologically characterized.

According to  $\mu\text{CT}$  analysis (Computerized Tomography), the  $\text{TiO}_2$  (300 nm) particles are very homogeneously dispersed in the TPE matrix. On the contrary, the  $\text{TiO}_2$  (21 nm) particles show numerous large agglomerates in the TPE which could not be broken down during the extrusion process, which is attributed to strong Van der Waals interaction forces among  $\text{TiO}_2$  (21 nm) nanoparticles, especially due to formation of hydrogen bonds.

The incorporation of both  $\text{TiO}_2$  particles into TPE significantly increased the mechanical properties (tensile modulus and tensile strength) of TPE /  $\text{TiO}_2$  composites containing 2.6 vol.-% of particles. The TPE /  $\text{TiO}_2$  (300 nm) composites show better tensile properties than TPE /  $\text{TiO}_2$  (21 nm) composites because of the better dispersion quality of  $\text{TiO}_2$  (300 nm) particles and subsequently the larger effective volume fraction of particles in the TPE matrix.

The objective of this project is to improve the mechanical properties of nanoparticle-filled thermoplastics and TPEs. In the future we will try to reduce the high agglomeration degree of  $\text{TiO}_2$  nanoparticles in TPE using "advanced" twin screw extrusion technology and to select "advanced" nanoparticles which can be better dispersed in the TPE matrix.

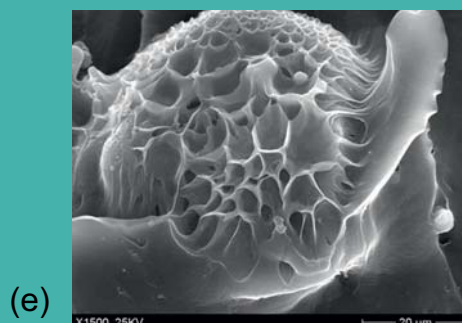
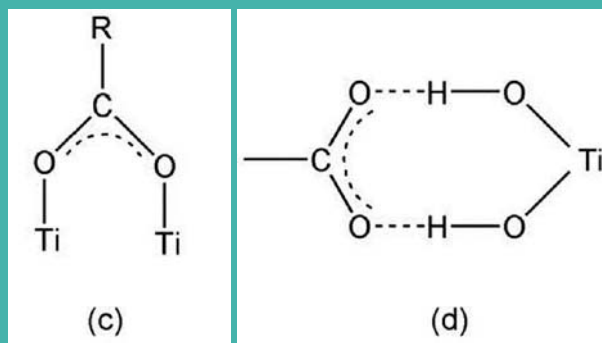
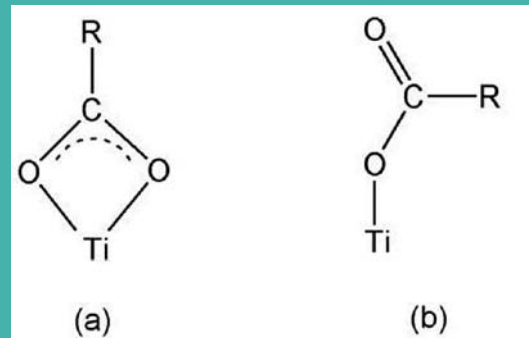


Abb. 2  
Bindungsarten zwischen  $\text{TiO}_2$ -Partikel und TPE:  
(a) Chelat-Bindung, (b) einzählige Bindung,  
(c) zweizählige Brückenbindung und  
(d) Wasserstoffbrückenbindung,  
(e) Wechselwirkung zwischen  $\text{TiO}_2$  und TPE-Matrix  
*Binding modes between titania particle and TPE:  
(a) chelating bidentate, (b) monodentate,  
(c) bridging bidentate and (d) hydrogen bonding,  
(e) interfacial interaction between  $\text{TiO}_2$  particle and  
TPE matrix*

# NanoOrgano



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

Ziel des Projektes NanoOrgano ist die Herstellung drapierfähiger Halbzeuge aus nanomodifizierten Hybridgarnen für die Herstellung von faserverstärkten thermoplastischen Bauteilen. Die Tätigkeiten des IVW liegen dabei in der Herstellung des nanopartikelverstärkten Polyamid 6 und der Charakterisierung der hergestellten Nanokomposite, die ein verbessertes Eigenschaftsprofil aufweisen. Das IVW konnte Nanokomposite herstellen, die in einem stabilen Spinnprozess zu Garnen ausgesponnen werden konnten. Forschungsarbeiten haben gezeigt, dass bisher drei Extrusionsschritte benötigt werden, um eine gute Aufspaltung kommerziell verfügbarer Nanopartikel-Agglomerate zu erreichen: Einarbeitung, Dispergierung, Verdünnung.

Es stellte sich nun die Frage, inwieweit eine Mehrfachextrusion zur kompletten Aufspaltung der Restagglomerate führen kann. Hierbei wurde Polyamid 6 mit 7 Vol.-%  $\text{TiO}_2$ - und  $\text{BaSO}_4$ -Nanopartikeln kompondiert und sechsmal extrudiert. Aus  $\mu\text{CT}$ -Aufnahmen ist ersichtlich, dass die Deagglomeration mit den Extrusionsschritten zunimmt. Es zeigt sich jedoch, dass immer noch Makroagglomerate größer als  $60\ \mu\text{m}$  zu finden sind, welche als Defekte wirken und den gewünschten Anstieg der Zähigkeit verhindern können.

Faserverstärkte thermoplastische Bauteile mit verbesserten mechanischen Eigenschaften, insbesondere bezüglich der Zähigkeit, wurden hergestellt aus einem nanomodifizierten Hybridgarn für Anwendungen im Personenschutz.

Abb. 1  
Kommerziell erworbene Nanopartikelpulver liegen als Nanopartikelagglomerate vor, wie z. B.  $\text{BaSO}_4$ -Nanopartikel (Rasterelektronenmikroskop)

*Scanning electron microscopy image of nanoparticle agglomerates of commercially available  $\text{BaSO}_4$ -nanoparticle powder*

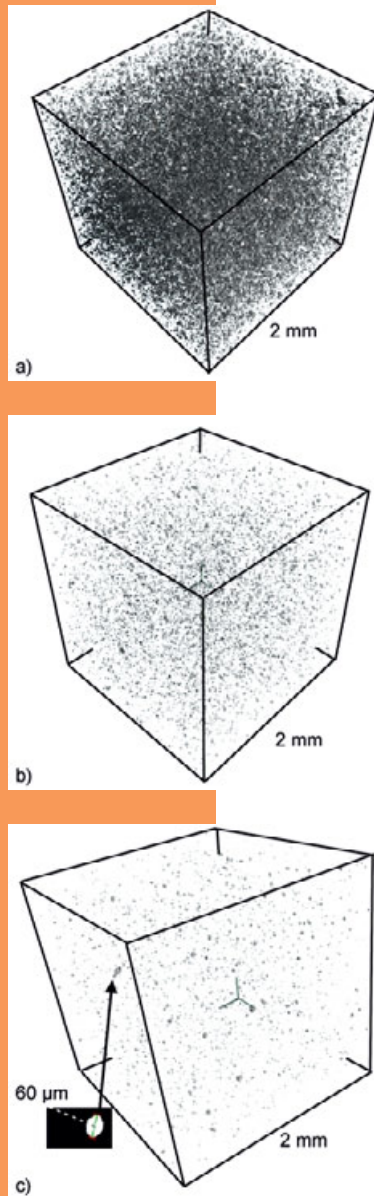


Abb. 2  
μ-CT-3D Aufnahmen einer PA 6 Matrix mit 7 Vol.-%  
TiO<sub>2</sub>-Nanopartikeln nach der Masterbatchherstellung (a),  
nach einem weiteren (b) und sechs weiteren (c)  
Extrusionsschritten

*μ-CT-3D-images of a PA 6 matrix filled with 7 vol%  
TiO<sub>2</sub>-nanoparticles after the masterbatch compounding (a),  
after the second (b) and seventh (c) extrusion step*

The project NanoOrgano covers the manufacturing of drapable semi-finished products made from nanomodified hybrid yarn to produce fiber reinforced thermoplastic components. IVW manufactures the nanoreinforced polyamide 6 and characterizes the nanocomposites with improved mechanical properties. These nanocomposites can be spun to yarn in a stable spinning-process. Research activities have shown that three extrusion steps are needed in order to obtain a good deagglomeration: incorporation, dispersion, and dilution. The question arises to what extent a multiple extrusion might lead to a complete deagglomeration. Therefore, polyamide 6 was compounded with 7 vol% TiO<sub>2</sub>- und BaSO<sub>4</sub>-nanoparticles and extruded six times. The μCT-3D-analysis illustrates the increasing degree of deagglomeration for TiO<sub>2</sub> reinforced polyamide 6 compounds, extruded once in comparison to two times and seven times. Independent of the extrusion steps there are still macro-agglomerates bigger than 60 μm in size. These macro-agglomerates are defects preventing an increase of impact strength.

Fiber reinforced thermoplastic components with improved mechanical properties, especially related to toughness, are made from nanomodified hybrid yarns, produced for application in personal security.

Military and Security  
Sports and Recreation

The project “NanoOrgano – Drapable semi-finished products from nanomodified hybrid yarns for producing fiber reinforced thermoplastic” is funded within the “WING – material innovation for industry and society” framework by the BMBF (project no. 03X0058B).

## NATEX



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

Im Projekt NATEX werden gerichtete Naturfaserverstärkungen und geeignete Matrixsysteme entwickelt, um diese als Verbundwerkstoffe für Strukturbauteile einzusetzen. Das IVW entwickelt die Prozesse zur Verarbeitung der neuartigen Naturfaserverbunde mit duroplastischer und thermoplastischer Matrix.

In den ersten Arbeiten wurden Flachs-Furanharz-Prepregs hergestellt und zu vollständig biobasierten Verbundmaterialien verpresst. Das in einer Polykondensation aushärtende Furanharz besteht aus prepolymerisiertem Furfurylalkohol und Wasser. Die Prozessparameter wurden so optimiert, dass eine molekulare Vernetzung und Kompaktierung trotz des auftretenden Wasserdampfdruckes realisiert werden konnte. Die Analyse der physikalischen und mechanischen Eigenschaften der neuartigen Verbundwerkstoffe zeigte eine deutliche Verbesserung gegenüber denjenigen mit nicht gerichteter Naturfaserverstärkung.

Im weiteren Projektverlauf wird eine optimale Herstellung der anvisierten Industriebauteile aus den Bereichen Transportwesen, Energiesysteme, Landwirtschaft und Schiffsbau, angestrebt. Der Fortschritt dieser bio-basierten Materialien hinsichtlich ihrer ökologischen Nachhaltigkeit wird mit Untersuchungen zur Rezyklierbarkeit und einer Lebenszyklusanalyse abschließend bewertet.

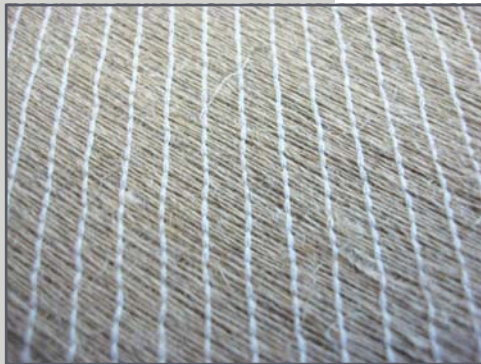


Abb. 1  
Gerichtete Naturfaserverstärkung  
*Aligned textile from natural fibers*



Abb. 2  
Flachs-Furanharz-Prepreg  
*Flax-furan-prepreg*

Die Forschungsarbeiten, die zu diesen Ergebnissen geführt haben, wurden gemäß der Finanzhilfevereinbarung Nr. 214467 im Rahmen des 7. Rahmenprogramms (FP7) der Europäischen Gemeinschaft gefördert.



The project NATEX aims towards the development of aligned textiles from natural fibers and suitable matrix materials to use them as composite materials for structural components. The IVW develops the processes to manufacture the novel natural fiber composites with thermoset and thermoplastic matrix.

First flax-furan-prepregs were produced and compression molded into fully bio-based composites. The furan resin which cures in a polycondensation reaction is composed of prepolymerized furfuryl alcohol and water. The process parameters were optimized in a way that the molecule crosslinking and the material compaction could be realized in spite of occurring water steam pressure. The results of the analysis of the physical and mechanical properties of the novel composites showed a clear improvement compared to those without aligned natural fiber reinforcement.

The project aims at an optimized production of industrial components which originate from the industry sectors transport systems, energy systems, agricultural machinery, and shipbuilding. A conclusive assessment of these bio-based materials concerning their ecological sustainability will be made based on investigations of their recyclability and a life cycle analysis.

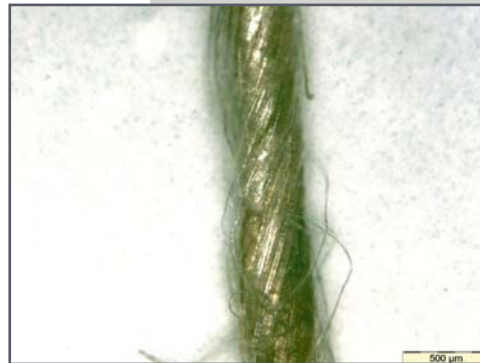


Abb. 3  
Flachsgarn  
*Flax yarn*



Abb. 4  
Flachsfaser  
*Flax fiber*

Automotive  
Engineering  
Construction Industry  
Shipbuilding

#### Projektpartner / 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), Technical University of Denmark (DK), Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants (PL), John L. Brierley Ltd. (GB), Netcomposites Ltd. (GB), Piel S.A. (ESP), TransFurans Chemicals (B)

## NEFS



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

Aeronautics

Im Projekt NEFS wird das Ziel verfolgt, Struktur- und Systemtechnologien für einen in Bezug auf Herstellkosten und Gewicht optimierten Landeklappenträger, der in der zivilen Luftfahrt eingesetzt wird, zu entwickeln. Mit Hilfe des Einsatzes von CFK-Werkstoffen und eines hohen Grads an Systemintegration soll eine Gewichtsersparnis von 20 % und eine Kostenersparnis von 5 % gegenüber einer aus Aluminium gefertigten State-of-the-art-Struktur (Airbus A320) realisiert werden. Neben den aus CFK zu fertigenden Hauptbauteilen integriert der Landeklappenträger verschiedene metallische Interfaces zur Anbindung an den Flügel. Eine systemseitige Innovation ist die Integration unabhängiger, einzeln ansteuerbarer Antriebsmotoren für jede Landeklappe auf dem zugehörigen Landeklappenträger als Ersatz der bisher zentral im Flugzeugrumpf angeordneten Aggregate. Somit können lange, für De-

fekte anfällige Antriebswellen entfallen.

Zunächst wurden zwei Konzepte des Landeklappenträgers von den Projektpartnern RUAG/TKK und ACE/IVW entworfen. Die Arbeiten nach der Konzeptfindung beinhalteten die Materialauswahl, die Detailauslegung und -konstruktion sowie Materialkennwertbestimmungen für den eingesetzten CFK-Werkstoff. Um die Trägerkonzepte bezüglich Festigkeit, Steifigkeit, Fertigung und Gebrauchstauglichkeit zu bewerten, wurden am IVW Strukturanalysen mit Hilfe des FE-Programmsystems MSC Patran/Nastran auf der Grundlage von verifizierten Materialkennwerten durchgeführt. Die ausstehenden Prototypprüfungen werden 2011 fertig gestellt.

**Ziel: Entwicklung von Struktur- und Systemtechnologien eines kosten- und gewichtsoptimierten Landeklappenträgers für die zivile Luftfahrt.**

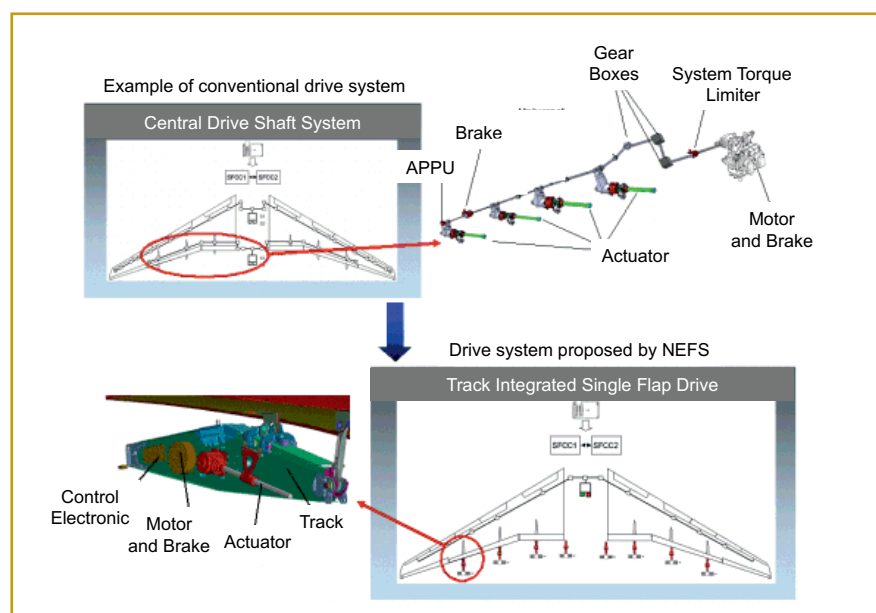


Abb. 1  
Vergleich von konventioneller Landeklappensteuerung mit NEFS (Quelle Airbus Deutschland GmbH)  
*Comparison of conventional flap drive system with NEFS (courtesy Airbus Deutschland GmbH)*

Das Projekt NEFS - New Track Integrated Electric Single Flap Drive System wird von der Europäischen Union gefördert (Förderkennzeichen AST5-CT-2006-030789).

Objectives of the NEFS project are to develop structural and system technologies for a flap track main body beam to be used in civil aviation which is optimized regarding cost and weight. Due to CFRP technologies and a high level of system integration, weight savings of 20 % and cost savings of 5 % compared to the aluminium based A320 outboard flap track beam are intended. Beside the CFRP main parts of the flap track beam, various metallic interfaces exist to connect the flap track beam to the wing. A system innovation is sought consisting of individual flap drives at the flap track beam which shall replace the central drive unit in the fuselage with long and failure critical drive shafts.

In the concept phase two flap track beam designs were carried out by partners RUAG/TKK and ACE/IVW. In a second phase the materials and the design were fixed, detailed FE analyses were carried out, and properties of the CFRP material were determined. The evaluation of the flap track beam design concerning strength and stiffness was done by IVW based on verified material allowables using the FEA system MSC Patran/Nastran. Structural tests of flap track beam prototypes will be finished in 2011.

**Aim:** Development of a flap track main body beam to be used in civil aviation which is optimized regarding cost and weight.

Abb. 2  
FE-Modell des CFK-Landeklappenträgers  
*FEA model of CFRP flap track beam*

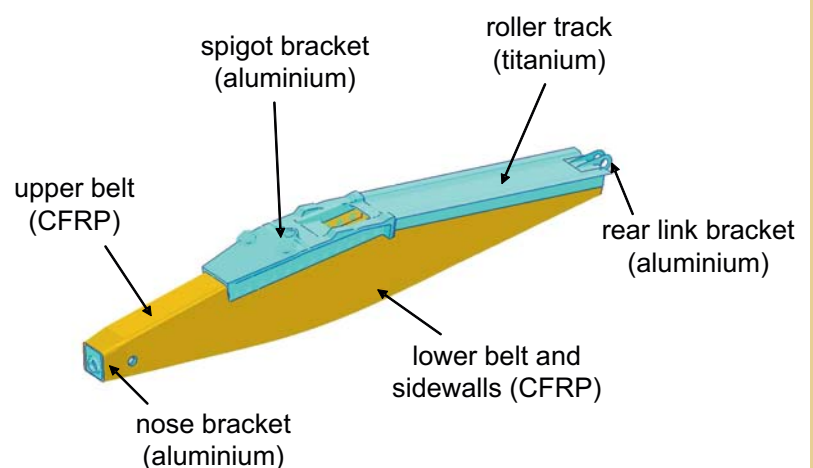
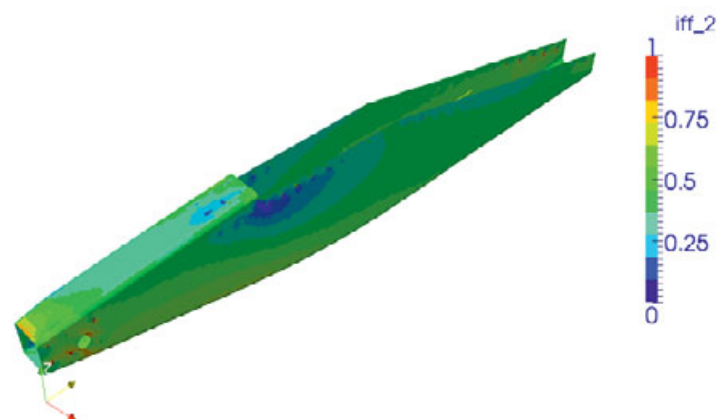


Abb. 3  
Zwischenfaserbruchanstrengung in Layer 2  
*Inter fiber failure stress exposure in layer 2*



The New Track Integrated Electric Single Flap Drive System project (NEFS) is supported by the European Union (support code AST5-CT-2006-030789).

## OPTIMESS



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

OPTIMESS befasst sich mit einer zielgerichteten Strahlengangführung bei der Beobachtung von Proben unter hochdynamischer Belastung und der Entwicklung einer darauf ausgerichteten Software zur Analyse der Verformungen.

Im Bereich der Werkstoffuntersuchung nimmt die Zahl der optischen Messverfahren stetig zu. Bei dem Grauwertkorrelationsverfahren wird mit Hilfe einer oder mehrerer Hochleistungskameras die Veränderung eines Musters auf der Probe während der Probenbelastung gefilmt. Allerdings werden im Blickfeld der Kamera / Kameras überwiegend irrelevanten Probenbereiche beobachtet.

Um eine zielgerichtete Strahlengangführung zu erreichen ist, neben dem De-

sign spezieller Software durch den Projektpartner, die Entwicklung eines Systems notwendig, welches Strahlengangteiler, Umlenkspiegel und gegebenenfalls Objektive trägt. Dieses Trägersystem soll möglichst leicht sein. Am IVW wurde ein Laboraufbau entwickelt und darauf aufbauend ein erster Prototyp. Anstehende Weiterentwicklungen sollen zur angestrebten Gesamtfunktionalität führen.

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

Engineering

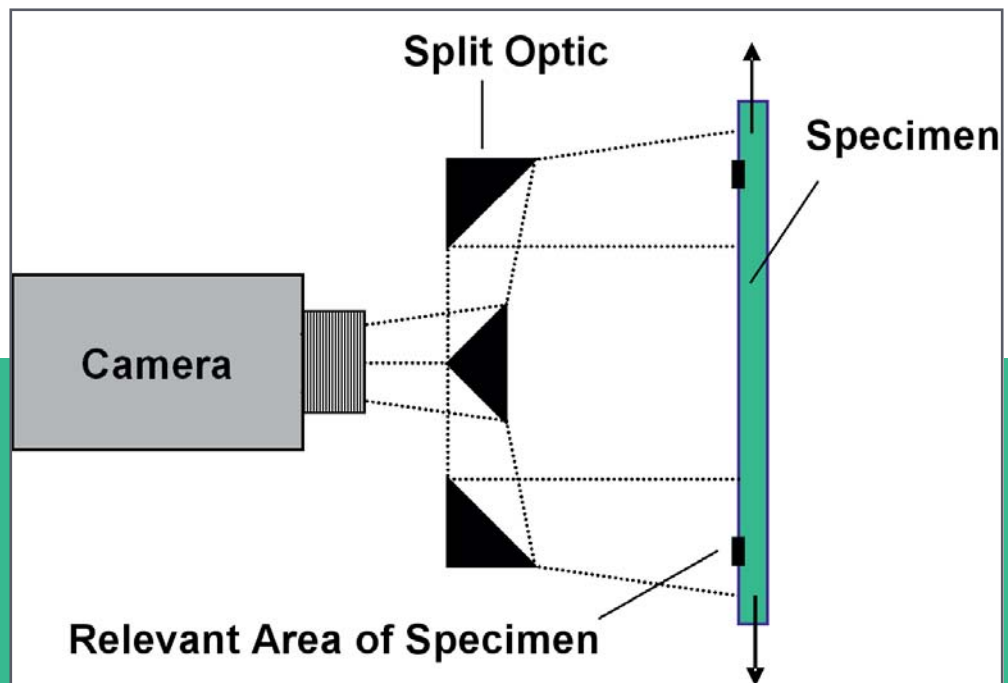


Abb. 1  
Von der Idee...  
From idea...

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

# PROJEKTE

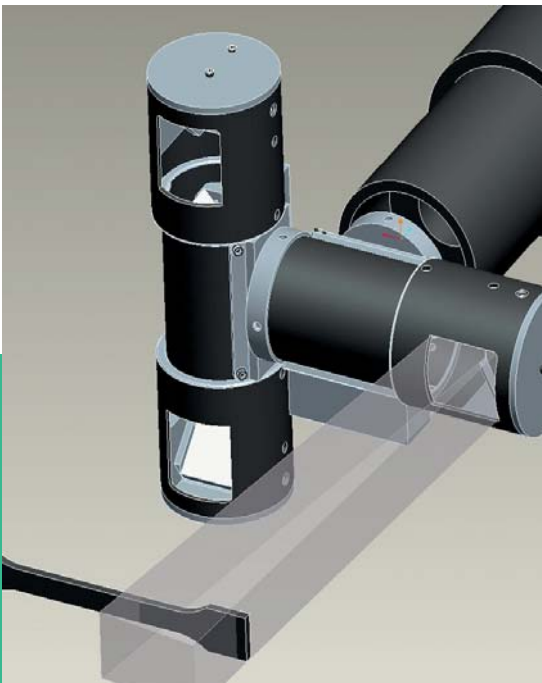
OPTIMESS deals with the target-oriented guidance of the optical path during the observation of specimens under high dynamical stress and the development of an appropriate software for the analysis of deformations.

Within the area of material analysis the number of optical measurement methods increases constantly. The gray-level correlation method uses one or more high speed cameras to film the displacement of a pattern on the specimen surface during the test. However, the camera / cameras film predominantly irrelevant areas of the specimen surface.

In order to achieve a target-oriented guidance of the optical path a system is required, beside the design of specia-

lized software by the project partner, which carries a splitter, mirrors, and lenses if applicable. Of course, the system shall be lightweight. At IVW a test rig and based thereupon a prototype was developed. Ongoing modifications shall lead to the targeted full functionality.

Project objective is to split the field of vision of a camera, and to direct it to different relevant areas on the specimen, resulting in higher precision of measurement and the reduction of one or more cameras.



Projektpartner / Partners:

Steinbichler Optotechnik GmbH Neubeuern

Abb. 2  
...zum Prototypen  
...to prototype

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).

## Presto



Lars Moser  
[lars.moser@ivw.uni-kl.de](mailto:lars.moser@ivw.uni-kl.de)

Thermoplastische Faser-Kunststoff-Verbunde gewinnen in den letzten Jahren im Luftfahrzeugbau stetig an Bedeutung. Aufgrund der komplexen Geometrien müssen Komponenten oftmals in mehreren Substrukturen gefertigt und anschließend gefügt werden. Traditionelle Fügetechniken, die vorwiegend zum Verbinden von Metallen entwickelt wurden, sind hierfür oft nur bedingt geeignet.

Im Rahmen des Projektes PRESTO wird am Institut für Verbundwerkstoffe in Zusammenarbeit mit der Eurocopter Deutschland GmbH das Induktions-

schweißen zum automatisierten Fügen von Faserverbundstrukturen in hohen Stückzahlen weiter entwickelt. Im bisherigen Projektverlauf wurde ein Roboterschweißkopf entwickelt, der hohe Flexibilität hinsichtlich der schweißbaren Geometrien aufweist und das Fügen von Hochleistungsthermoplasten sowie eine durchgängige Qualitätskontrolle ermöglicht. Dabei kommt die Induktionstechnologie zum Einsatz, die über ein elektromagnetisches Wechselfeld eine berührungslose und lokal begrenzte Erwärmung erreicht. In der nächsten Projektphase wird die Prozessentwicklung im Fokus der Arbeiten stehen.

Das Induktionsschweißen erlaubt die robotergestützte Herstellung von thermoplastischen Faserverbundstrukturen in hohen Stückzahlen.



Abb. 1  
 Robotergestütztes  
 Induktionsschweißsystem  
*Robotic Induction Welding System*

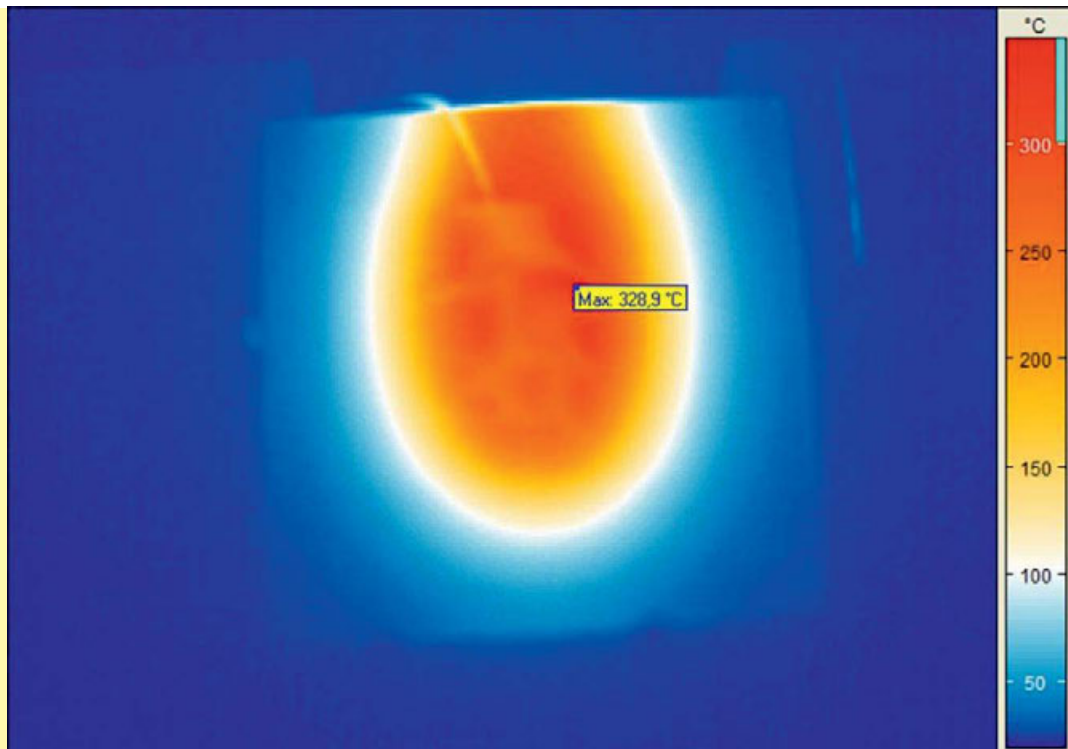


Abb. 2  
Thermografieaufnahme der Induktionserwärmung von CF / PPS  
*Thermal image of induction heating of CF / PPS*

Thermoplastic polymer composites have constantly gained increasing importance in aerospace production over the past years. Due to complex geometries, components often have to be manufactured in several substructures and joined afterwards. Traditional joining techniques, mainly developed for the joining of metals, often are not fully optimized.

Within the project PRESTO, the Institut für Verbundwerkstoffe in collaboration with Eurocopter Deutschland GmbH develops 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. Induction technology is used, providing contact free and localized heating. The capability of the process is verified by a demonstration part of the airframe. The next project phase will focus on process development.

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

Automotive  
Aeronautics  
Engineering

This research project is sponsored by the German Federal Ministry of Economics and Technology.

## Trans-IND



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

Ziel des Projektes Trans-IND ist die Entwicklung eines wirtschaftlichen, integrierten Konstruktionsprozesses von Baugruppen für infrastrukturelle Einrichtungen des Transport- und Verkehrswesens auf Basis von polymeren Werkstoffen bei gleichzeitiger maximaler Automation.

Das Alleinstellungsmerkmal des Trans-IND Projektes ist die integrative Miteinbeziehung aller relevanten Parameter, das heißt eine über den kompletten Produktlebenszyklus hinausgehende Berücksichtigung der Bedürfnisse der Kunden, sowie eine logistik- und transportgerechte Off-Site-Fertigung der Teilkomponenten. Ebenso muss der integrierte Produktionsprozess den jeweiligen aktuellen und gültigen Normen entsprechen und somit regelkonform und anforderungsgerecht sein.

Der aktuelle Projektstatus umfasst die Entwicklung und Definition des innovativen, ressourcen- und kosten effektiven Konzeptmodells für Bauteile aus FKV im Transportinfrastruktursektor und die Definition der Spezifikationen des eigentlichen Trans-IND Systems. Das IVW ist aktuell mit der Auslegung und Entwicklung von kontinuierlich hergestellten FKV Bauteilen auf Basis thermoplastischer Matrices beschäftigt.

Innerhalb Trans-IND wird ein flexibler, kostengünstiger und nachhaltiger Systemansatz entwickelt, unter Berücksichtigung der gesamten horizontalen als auch vertikalen Wertschöpfungskette.



Abb. 2  
Intervallheißpresse  
*Continuous compression molding press  
for efficient composite manufacturing*

Construction Industry

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



# PROJEKTE

The overall objective of the Trans-IND project is to develop a cost-effective integrated construction process that will enable the maximum capability of industrialization of components for transport infrastructures using polymer based materials.

The main breakthrough of the Trans-IND approach is a holistic, flexible, cost-effective, performance and sustainable knowledge-based industrialization system of FRP components for transport infrastructures by integration of the construction process, fulfilling users' and clients' demands, addressing their needs and requirements, social acceptance, standardization, on-site needs, industrial models, design, procurement, manufacturing process, logistics, and assembly / disassembly.

The current project status includes the development and definition of the innovative, resource- and cost-effective concept model for FRP components in the transport infrastructure sector and the definition of the specifications of the Trans-IND system. Currently IVW is involved in the development of continuously manufactured closed profiles.

Trans-IND will cover the whole range of activities from gathering customer needs and requirements to specification for modular design (taking into account the whole life cycle) of the transport infrastructure components, off-site components manufacturing, logistics, transport and on-site assembly and disassembly together with the ICT tools needed to manage and handle the whole process.

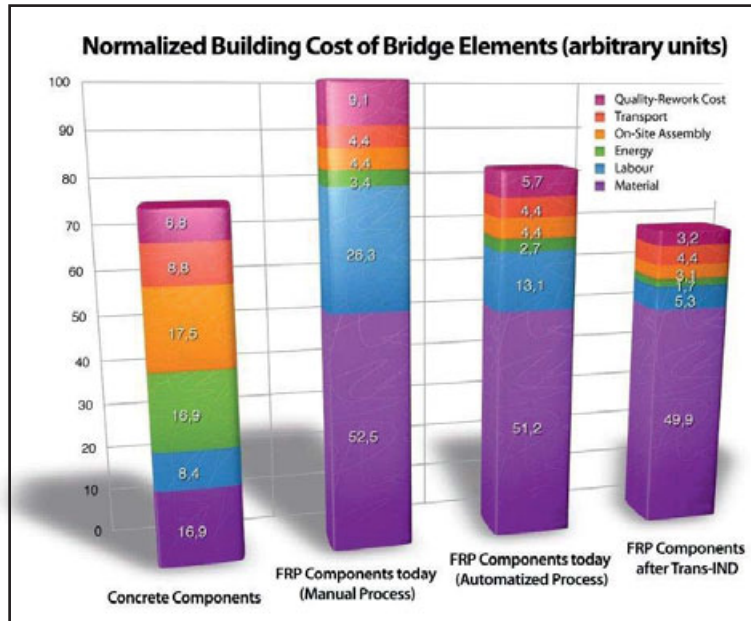


Abb. 2  
Kostenstruktur Brückenelemente  
*Normalized building cost of bridge elements*

## Trans-IND

Projektpartner / Partners:

MOSTOSTAL,  
ACCIONA Infraestructuras,  
ACG, ASM, D'APPOLONIA,  
FATRONIK-Technalia,  
Fraunhofer IPA, Huntsman,  
ITIA-CNR, IVW,  
Labein Technalia,  
TNO, Mikrosam,  
Semantic Systems,  
Technische Universität Dresden,  
Università Politecnica Delle Marce,  
Van Wees, ZRMK, Solintel,  
ATOS Origin

The project is co-funded by the European Commission within the seventh Framework Programme (2007-2013), reference: NMP2-LA-2009-229142.

# Wegabhängigkeit

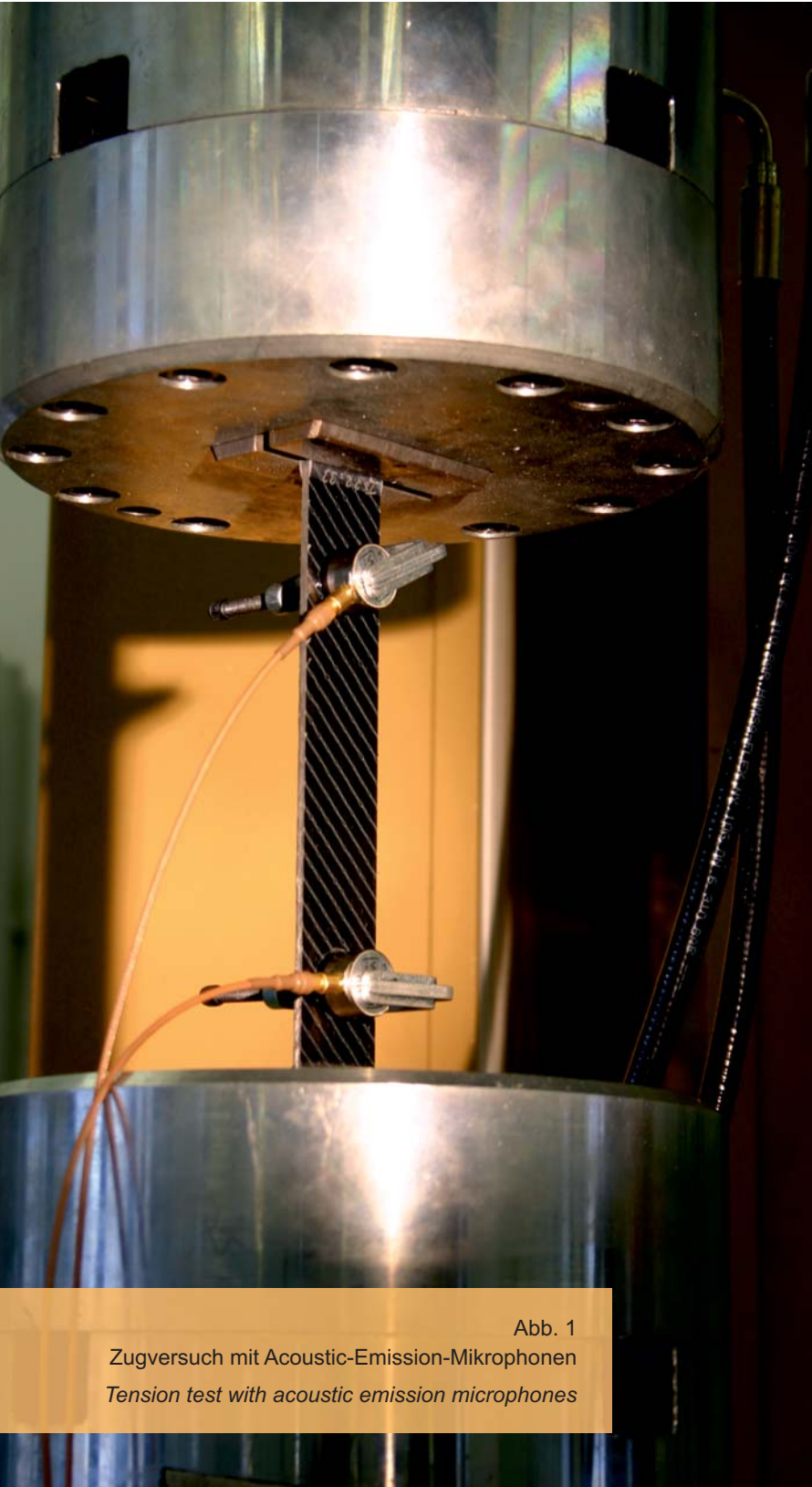


Abb. 1

Zugversuch mit Acoustic-Emission-Mikrofonen  
*Tension test with acoustic emission microphones*



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

Zielsetzung des Forschungsprojekts „Experimentelle Untersuchung und einzelschichtbasierte Simulation von Wegabhängigkeiten des statischen Festigkeitsverhaltens von Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen“ ist die Untersuchung des statischen Festigkeitsverhaltens von Faser-Kunststoff-Verbunden in Abhängigkeit der Belastungsrichtung. Es soll nachgewiesen werden, dass 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-(kombinierte Scheiben-Querzug und -schubbelastung) und Mode-B-Zfb (Querdruk und Schub) unterschieden.

Der experimentelle Nachweis der Zfb-Einflüsse soll für Glas- und Kohlenstofffaser-Epoxydharz-Verbunde erbracht werden, die Anwendungen in der Luftfahrt- bzw. Windkraftanlagenindustrie repräsentieren sollen. Zur Zfb-Detektierung bei der Vorbelastung soll die Schallemissions-Analyse als zerstörungsfreies Prüfverfahren eingesetzt werden.

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

The objective of the research project “Experimental study and ply-based simulation of path-dependencies of FRP strength” is to verify dependencies of the static strength behavior of FRP on the loading direction. It is intended to prove that the pre-loading of the material above the inter-fiber-failure (IFF) limit is combined with strength reductions for other loading conditions. Presently, the influence of IFF failure is characterized for constant loading configurations and directions only. 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 experimental confirmation of these effects shall be made for one glass fiber and one carbon fiber reinforced plastic, which are representative for aircraft and wind turbine industry applications, respectively. For IFF detection non-destructive acoustic emission analysis will be applied.

The results should improve the design and analysis of pre-loaded materials.

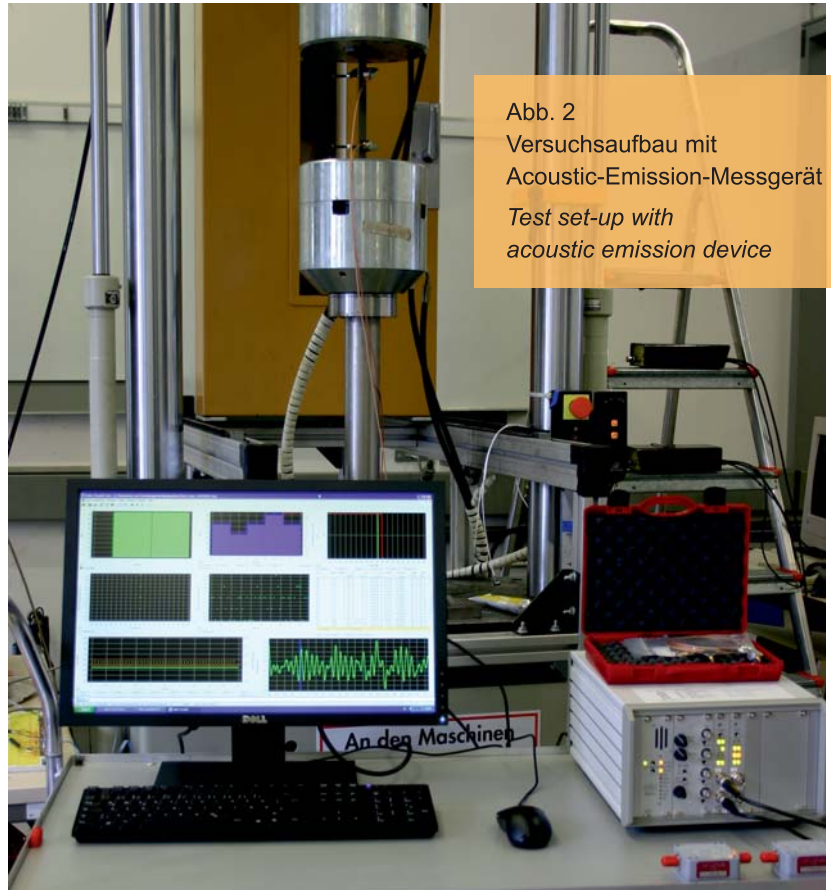


Abb. 2  
Versuchsaufbau mit  
Acoustic-Emission-Messgerät  
*Test set-up with  
acoustic emission device*

Aeronautics  
Energy

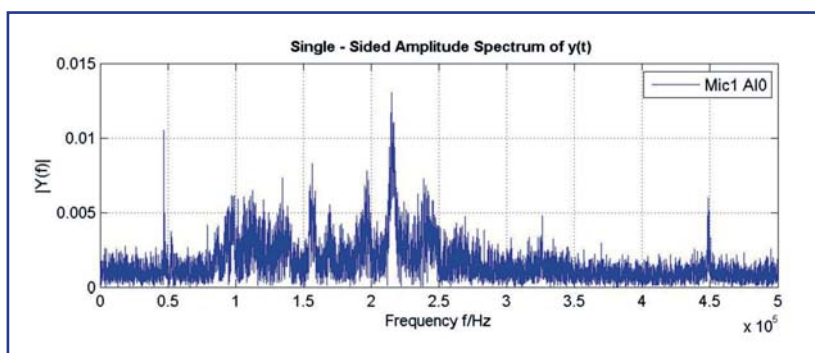


Abb. 3  
Frequenzspektrum des Bruchs  
einer Graphitmine  
*Frequency spectrum of  
graphite lead crack*

The research project “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).

## ZD-Kraft



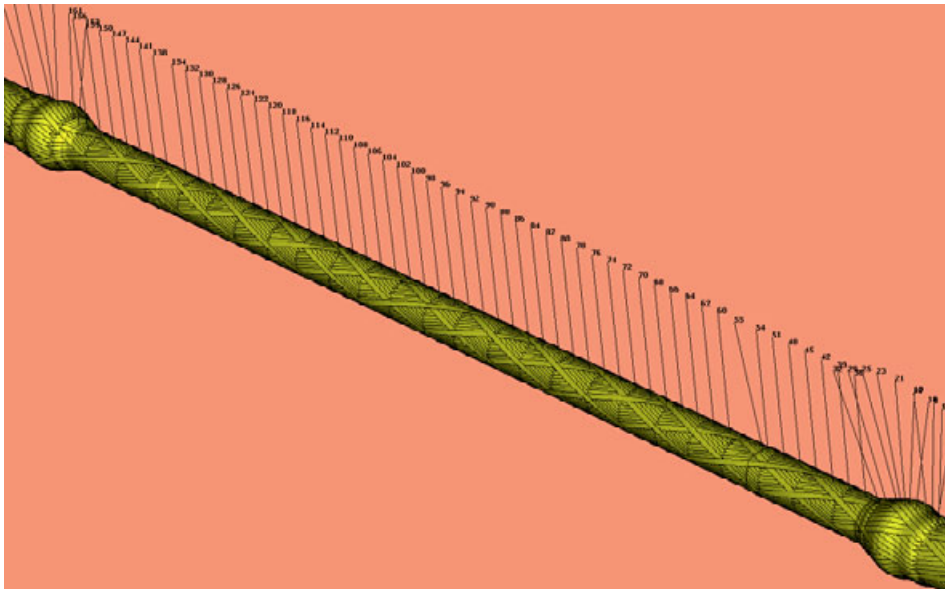
Marc Elsner

Das Forschungsprojekt ZD-Kraft umfasst die Entwicklung metallfreier Krafteinleitungselemente in hoch belasteten Faserverbund-Zug/Druckstäben für Anwendungen in Luft- und Raumfahrt.

Krafteinleitungselemente in hoch belasteten Zug/Druckstäben werden zur Übertragung 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 mechani-

schen Eigenschaften des Faserverbundwerkstoffes. Innerhalb des Forschungsprojektes sollen zwei faserverstärkte Krafteinleitungsvarianten bis zum Prototypenstadium entwickelt sowie rechnerisch und experimentell mit einer vorhandenen Ausführung verglichen werden. Innerhalb der bisher durchgeführten Arbeiten wurde eine Schnittstelle zwischen Cadwind (Wickeltechnik-Software) und Ansys (FE-Programm) entwickelt.

Durch die realitätsnahe Simulation des Versagensverhaltens konzentrierter Lasteinleitungen in FKV soll ein entscheidender Beitrag zur Charakterisierung und Quantifizierung von Leichtbaustrukturen im Bereich der Luftfahrt geleistet werden.



Wickelsimulation des  
Zug / Druckstabes

*Filament winding simulation of  
tension / compression strut*

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 research project ZD-Kraft contains the development of non-metallic load introductions into highly loaded composite tension/compression struts for aeronautic applications. Load introductions are needed to transfer axial tension or compression loads from a surrounding structure into highly loaded composite struts. The load introduction into composite struts is more difficult compared to metallic struts and usually results in non-optimized utilization of the mechanical properties of the composite. In the research project two types of load introductions shall be developed and compared with an available design. In the work carried out to date an interface was

developed to transfer data between Cadwind (filament winding software) and Ansys (FE program).

With a realistic simulation of the failure behavior of concentrated load introductions an important contribution shall be made to characterize and quantify airframe lightweight structures.

Aeronautics

Projektpartner / Partners:

CirComp GmbH (Projektleiter) ehemals Comat GmbH

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 (project no. KF2088308HA9).

## Zim-Secure



Matthias Bandler  
matthias.bandler@ivw.uni-kl.de


Sports and Recreation

Das Forschungsprojekt ZIM-Secure umfasst Betriebsfestigkeitsnachweis und -auslegung von Mountainbikes und die Betriebslasterfassung durch die Entwicklung einer mobilen Messtechnik. Im Rahmen des Projektes werden Betriebslastversuche durchgeführt und in Form von Häufigkeitsverteilungen und Worst-Case-Szenarien aufbereitet. Anhand eines Schadensbuches mit Schädigungsformen aus dem praktischen Einsatz und den ermittelten Lastfolgen soll ein Betriebsfestigkeitsnachweis für Mountainbikes entwickelt werden, mit dessen Hilfe die Zuverlässigkeit von Mountainbikes weiter verbessert werden kann.

Die mobile Messtechnik wurde entwickelt und Untersuchungen zu Brems- und Maximallasten durchgeführt. 2011 sollen die Messfahrten zur Generierung der Lastkollektive, der Aufbau des Prüfstandes sowie die Entwicklung des Betriebsfestigkeitsnachweises durchgeführt werden.

Die angestrebten Ergebnisse sollen die **Betriebssicherheit von Mountainbikes wesentlich verbessern**.

Abb. 1  
Mountainbike im Einsatz  
*Mountainbike use*



Das Projekt „ZIM-Secure - Betriebsfestigkeitsnachweis und -auslegung von Mountainbikes - Betriebslasterfassung durch die Entwicklung einer mobilen Messtechnik“ wird durch die AIF im Rahmen des ZIM-Programms gefördert (Projektnummer KF2088301DB8).

# PROJEKTE

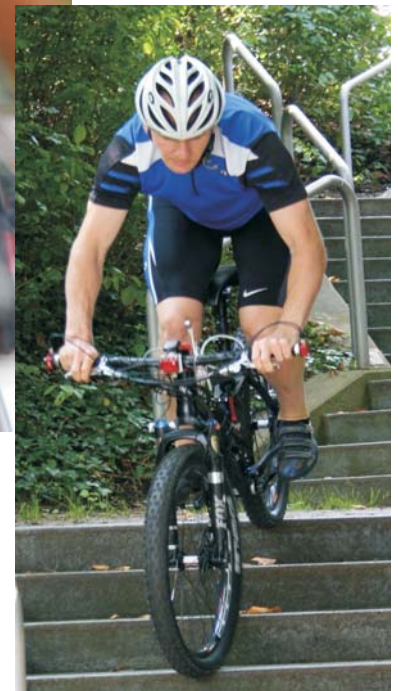


Abb. 2  
Messung von Maximallasten bei Abfahrten über Treppen  
*Measurement of maximum loads on stairs downhill*

The research project ZIM-Secure contains the verification of the service strength and design of mountainbikes and the measurement of service loads by development of mobile measuring equipment. The objectives of the project are to measure service loads and to determine load-time processes, load frequency distributions, and worst-case scenarios. Based on real damage histories, the load frequency distributions, and the worst-case scenarios a service life verification of mountainbikes shall be developed to improve reliability and endurance of mountainbikes.

The mobile measuring equipment was developed and tests to determine brake

and maximum loads were realized. In 2011 the load frequency distributions shall be determined, the service life test facility shall be developed, and the service life tests shall be carried out.

The anticipated results should improve the operating reliability significantly.

Projektpartner / Partners:

Canyon Bicycles GmbH,  
2D Debus & Diebold Meßsysteme GmbH

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

## Zwick HTM 50/20



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

Nach der 9-monatigen Fertigungsphase wurde von der Firma Zwick in 2010 eine den technischen Vorgaben des IVW entsprechende Prüfmaschine „HTM 50/20“ in Dienst genommen.

Die hydraulische Hochgeschwindigkeitsprüfmaschine wird am IVW hauptsächlich zur experimentellen Charakterisierung von Werkstoffen eingesetzt. Ziele sind die Charakterisierung des dehnraten- und/oder temperaturabhängigen Verhaltens sowie die effektive Ermittlung und Validierung von Werkstoffparametern für den Einsatz in FEM-Simulationsmodellen. Die Besonderheit dieser Maschine besteht in der Möglichkeit, quasi-statische und kurzzeitdynamische Versuche auf derselben Anlage mit denselben versuchstechnischen Prüfbedingungen durchzuführen. Das bietet messtechnische Vorteile und ist effizienter als der übliche Einsatz unterschiedlicher Prüfmaschinen.

In einem großen Geschwindigkeitsbereich zwischen 0,1 mm/s und 20 m/s und einem weiten Temperaturfeld von  $-100^{\circ}\text{C}$  bis  $250^{\circ}\text{C}$  können Kräfte bis 50 kN gemessen werden. Die Versuche werden mit einer oder mehreren Hochgeschwindigkeitskameras aufgezeichnet, deren Bilder dann z. B. mittels Grauwertkorrelationsverfahren zur flä-



Abb. 1  
Eingespannter Probekörper  
*Clamped specimen*

chigen Verformungsfeldbestimmung genutzt werden können.

Mit der Investition in diese Hochgeschwindigkeitsprüfmaschine wird das vorhandene Leistungsspektrum des IVW in diesem Kompetenzfeld ergänzt.







Abb. 2  
Hochgeschwindigkeitsprüfmaschine  
*High speed testing machine*

In 2010 a new testing machine “HTM 50/20” manufactured by Zwick and based on IVW technical specifications was put into operation.

This investment complements the available business activities of IVW within the field of competence “Crash”.

IVW uses the hydraulic high speed testing machine mainly for the experimental analysis of materials. The goals are to determine the strain rate and/or temperature sensitive behavior, as well as to identify effectively and to validate material parameters for the application in FEM-simulation models. The specific characteristic of this machine is its usability for quasistatic and high speed experiments under the same experimental test conditions. This offers metrological advantages and is more

efficient than the customary use of various machines.

In a wide speed range between 0.1 mm/s and 20 m/s and a broad temperature field between  $-100^{\circ}\text{C}$  and  $250^{\circ}\text{C}$ , forces up to 50 kN can be measured. Test runs are recorded with one or more high-speed-cameras. The gray scale value correlation method is used for the determination of strain fields.

Investment in this high tech machine provided a unique feature in combination with IVW’s additional research activities.

Automotive  
Aeronautics  
Engineering

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 Softwaresysteme, dem Institut für Technologie und Arbeit, dem Institut für Biotechnologie 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.

Mit „EXIST 4“ unterstützt das IVW auch die Initiative der Technischen Universität und der Fachhochschule Kaiserslautern im Gründerhochschulen-Wettbewerb beim Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Die erfolgreichen Ausgründungen des IVW sind hier beispielhaft.

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 Licht und Materie und möglichen vorteilhaften technischen Anwendungen von Composites.

**Champions  
made in Kaiserslautern**

**EXIST - Gründungskultur - Die Gründerhochschule**  
Antrag der Technischen Universität Kaiserslautern

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

**EXIST**  
Existenzgründungen aus der Wissenschaft

**GRÜNDUNGSBÜRO**  
TU & FH Kaiserslautern

**SCIENCE ALLIANCE**  
KAISERSLAUTERN

**ESF**  
Europäischer Sozialfonds für Deutschland

**TECHNISCHE UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN**

**fH** Fachhochschule Kaiserslautern | University of Applied Sciences

**EUROPÄISCHE UNION**



Herr Prof. Maier und Herr Prof. Aeschlimann im Gespräch beim OPTIMAS Workshop  
*Prof. Maier and Prof. Aeschlimann in discussion at the OPTIMAS workshop*

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.

Within “EXIST 4” the IVW supports the initiative of the University of Kaiserslautern and the University of Applied Sciences Kaiserslautern to win a special funding within the national contest of the German Federal Ministry of Economics and Technology as “Company Founder University”.

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 light and matter will be investigated and possible composite applications will be developed in joint research teams of University and IVW staff members.

Wintersemester	SWh	Sommersemester	SWh
<a href="#">Berechnung und Konstruktion von Verbundwerkstoffen</a> Maier	2	<a href="#">Prozesstechnik der Verbundwerkstoffe</a> Mitschang	2
<a href="#">Leichtbau</a> Maier	4	<a href="#">Verbundwerkstoffbauweisen</a> Himmel	2
<a href="#">Verbundwerkstoffe / Energieabsorption</a> Nohr (Daimler AG)	2	<a href="#">Werkstoff- und Prozesssimulation</a> Maier	2
<a href="#">Fügeverfahren für Verbundwerkstoffe</a> Geiß/Mitschang	2	<a href="#">Labor Verbundwerkstoffe</a> Schlarb/Mitschang	3
<a href="#">Konstruieren in Kunststoffen</a> Endemann (BASF AG)	2		
<a href="#">Labor Werkstofftechnik</a> Eifler/Schlarb/Geiß/Mitschang/Burkhart	2		
<a href="#">Sonderlabor Verbundwerkstoffe</a> Mitschang	2		

Das Institut war 2010 über die Professoren Dr.-Ing. Martin Maier und Dr.-Ing. Peter Mitschang sowie Privatdozent Dr.-Ing. habil. Norbert Himmel, ergänzt durch Lehrbeauftragte aus der Industrie, 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 25 Semesterwochenstunden Vorlesung und Labore angeboten.

Durch die Bearbeitung von Studien- und Diplomarbeiten haben Studierende der TU einen Einblick in einen modernen Forschungsbetrieb und aktuelle, zukunftssträngige Forschungsthemen gewonnen. 2010 wurden 23 Studien- und Diplomarbeiten, 1 Bachelorarbeit sowie 4 Promotionsverfahren abgeschlossen.

Kolloquien, Technologietransfer und Praktika vervollständigten das Angebot in der Lehre.



In 2010 the institute was integrated into the curriculum of the University of Kaiserslautern by professors 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 pro-

cess engineering the institute offered 25 hours of lectures and laboratories a week in the summer and winter semesters.

Carrying out student research projects and degree thesis, students of the University of Kaiserslautern gained insight into a modern research institute and current, promising research subjects. 23 student research projects and diploma theses, 1 bachelor thesis, and 4 doctorates were completed in 2010.

Colloquia, technology transfer and internships completed the offer in teaching and research.



## JEC, Paris



Die JEC fand vom 13.-15. April wiederum im Parc des Expositions in Paris statt. Laut Messeveranstalter waren mehr als 1.000 Firmen vertreten. Mit 27.500 Besuchern verzeichneten die Veranstalter einen Zuwachs von mehr als 30 % gegenüber dem Vorjahr.

Das Institut war als Aussteller mit einem eigenen Messestand vertreten. Blickfänger war der Structural Health Monitoring (SHM) Demonstrationsstand. Die Besucher hatten hier die Möglichkeit, die globalen Sensorfähigkeiten von SHM über die Nutzung der elektrischen Leitfähigkeit von CNTs gegenüber lokalen Dehnmessstreifen auf „Fingerdruck“ zu erleben. Weitere Ausstellungsstücke waren das CBT-Hutprofil, das auch im Innovation Showcase ausgestellt wurde und den JEC Preis in der Kategorie „Raw Materials“ leider knapp verpasste, sowie das Gesellenstück von Herrn Heidenreich, das CFK-Skateboard. Die Präsentation rundeten Videos bzw. Präsentationen in digitalen Bilderrahmen und ausgewählte Exponate aus allen Abteilungen ab.

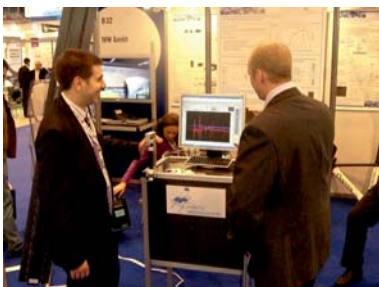
Die IVW-Standbesucher kamen überwiegend aus Deutschland und dem restlichen Europa, wobei hier Frankreich den größten Anteil stellte. Interessant ist, dass der IVW-Stand Besucher von nahezu allen bewohnten Kontinenten der Erde von Süd- und Nordamerika bis hin zu Asien und Australien angezogen hat. Das IVW ist also weltweit gefragt!



*JEC was once again held at the Parc des Expositions in Paris from April 13 to 15. According to the exhibition organization more than 1,000 companies were present. 27,500 people visited the three-day-show which marked an increase of more than 30 % in comparison to last year.*

*The institute was present at the show as an exhibiting company with an own stand. The eye catcher, a structural health monitoring (SHM) demonstrator, explained the advantages of SHM of a global sample monitoring due to the use of the electric conductivity of CNT within the sample. In comparison to that, a competing strain gauge can only obtain deformations in a very narrow and local region. Further exhibits were the CBT hat profile, which barely missed one of the treasured JEC innovation awards in the category „raw materials“, and the journeyman's piece of Mr. Heidenreich, the CFRP skateboard. The IVW stand was perfected by videos and presentations in digital frames as well as exclusive exhibits from every department.*

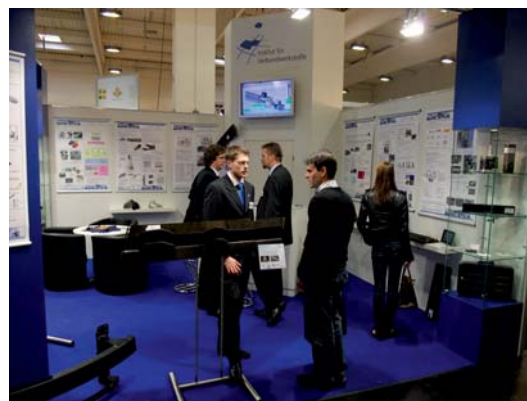
*The visitors at the IVW stand were mainly from Germany and other European countries, but also from nearly all other continents including North and South America, Asia, and Australia. IVW is in demand all over the world!*



## COMPOSITE, Essen

Vom 14. bis 16. September präsentierte sich das IVW erneut auf der Messe COMPOSITES EUROPE in Essen, die parallel zur ALUMINIUM statt fand. 294 Aussteller aus 25 Nationen (Europa und Übersee) präsentierten in vier Hallen die gesamte Wertschöpfungskette der faserverstärkten Werkstoffe. Mit über 8000 Besuchern war die Messe sehr gut besucht. Die Forschungsarbeiten des Instituts wurden am Messestand anhand von Exponaten, Postern und Messeblättern präsentiert.

*From September 14 to 16, the IVW again participated in the trade fair COMPOSITES EUROPE in Essen, which was conducted in parallel to the ALUMINIUM. 294 exhibitors from 25 nations (Europe and overseas) presented in four exhibition halls the entire value added chain of fiber reinforced materials. With more than 8000 visitors the trade fair was highly frequented. The institute's research projects were presented by means of exhibits, posters, and brochures.*



## bonding und Treffpunkt 2010

Am 27. Januar fand die 11. bonding, am 19. Mai die Treffpunkt Firmenkontaktmesse an der TU Kaiserslautern statt, bei denen sich das IVW mit einem Stand vorstellte. Zahlreiche Studierende verschiedener Fachrichtungen und Fachsemester informierten sich über das Institut im Allgemeinen sowie über die angebotenen Studien- und Diplomarbeiten, Hiwi- und Praktikantenstellen und die offenen Stellen für wissenschaftliche Mitarbeiter.

*On January 27 the eleventh bonding and on May 19 the Treffpunkt recruitment fair took place at the University of Kaiserslautern. IVW participated with an own stand. Numerous students from different departments and different semesters requested information about the IVW in general as well as the possibilities of doing a student research project or a diploma thesis or working as a student assistant, an intern or a researcher at the institute.*



# JANUAR 2010

## IVW im TV!

Ende Januar war ein Drehteam der Wissenschaftssendung PLANETOPIA im Hause. Im Rahmen einer Reportage über CFK und dessen Einsatz in der modernen Luftfahrt sollte dieser Werkstoff in einem publikumswirksamen Versuch präsentiert werden. Um die Leistungsfähigkeit dieses Werkstoffes zu verdeutlichen, sollte an einem CFK-Streifen ein PKW samt Insassen aufgehängt werden. Dazu wurde Probenmaterial vom IVW zur Verfügung gestellt und eine Halterung umgebaut, die mit dem Lastenkran und dem PKW verbunden werden konnte. Außerdem wurde ein Crashtest gezeigt und verschiedene Erläuterungen (O-Töne) zum Werkstoff wurden aufgezeichnet. Der Bericht wurde am 14. Februar auf SAT1 ausgestrahlt.



## IVW on TV

*A film team from the scientific broadcast PLANETOPIA visited our institute in January. In a spectacular experiment FRPC and its usage in modern aircrafts were to be presented in a report. To illustrate the performance of this material, a car including passengers was to be suspended on a strip of FRPC. IVW provided specimens and rebuilt clamps to be connected to a crane and a car. Furthermore a crash experiment was shown and different statements were recorded. The report was broadcast on television (SAT1) on February 14.*



# MAI 2010

## Technotag

Am 12. Mai fand an der TU Kaiserslautern der Technotag statt, bei dem sich auch das IVW mit einem Workshop präsentierte. Dabei besuchten 14 Schülerinnen der Jahrgangsstufen 10 bis 13 in drei Gruppen unser 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.





On May 12 the “Technotag” took place at the University of Kaiserslautern. In three workshops 14 students from grades 10 to 13 made use of the opportunity to visit the IVW. After a short presentation including an overview on composites, the IVW, and some possible perspectives, there was a guided tour of IVW’s laboratories. The students visited the laboratory for processing of thermosets, the laboratory for tribology, and the crash dynamometer.



### Technotag

Auch beim diesjährigen Kaiserslauterer Firmenlauf war das IVW vertreten. Bei angenehmen Temperaturen bewältigten 13 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen gemeinsam mit weit mehr als 7000 Mitläufern die 5 km lange Strecke durch die Innenstadt von Kaiserslautern.

### Firmenlauf

IVW again participated in this year’s corporate run in Kaiserslautern. Enjoying pleasant temperatures, 13 staff members together with far more than 7000 fellow-runners accomplished the 5 km route through the city center of Kaiserslautern.

### Corporate Running Competition



## JULI 2010

Im Rahmen der Vorlesung Prozesstechnik der Verbundwerkstoffe fand am 7. und 8. Juli 2010 eine Exkursion mit insgesamt 32 Personen, darunter 13

### IVW – Exkursion „Prozesstechnik der Verbundwerkstoffe“

Studenten der Vorlesung, statt. Besucht wurde die Audi AG in Neckarsulm und zwei Institute in Denkendorf. Bei Audi gab es eine Führung durch die gesamte Fertigung aktueller Automobile von Audi sowie eine Präsentation der Aktivitäten im Bereich CFK-Leichtbau. Dabei standen insbesondere zukünftige Entwicklungen sowie gegenwärtige Problemfelder im Mittelpunkt. Am Institut für Textil- und Ver-

fahrenstechnik (ITV) und dem Institut für Textilchemie und Chemiefasern (ITCF) in Denkendorf wurden die aktuellen Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte vorgestellt. Bei einem Rundgang wurden die verschiedenen Einrichtungen besichtigt. Schwerpunkte waren die Entwicklung textiler Garne, insbesondere die Herstellung von innovativen, intelligenten Textilien, sowie die Prozesstechnik für die Kohlenstofffaserherstellung und die restliche Verbundwerkstofftechnologie, wie z.B. Pultrusion und Flechten.

## **IVW – Field trip "Processing of Composite Materials"**

*In the framework of the lecture "Processing of Composite Materials" a field trip took place on July 7 and 8 with 32 people participating, among them 13 students. Audi AG in Neckarsulm and two institutes in Denkendorf were visited. Audi offered a tour of the current models' assembly lines and presented their activities in the area of carbon fiber plastic lightweight construction. The focus was on future developments and present challenges. At the Institute for Textile Technology and Process Engineering (ITV) and the Institute of Textile Chemistry and Chemical Fibers (ITCF) current main research and development areas were presented, followed by a tour of the different units. Typical textile technology like the yarn development machines, the production of innovative textiles including smart textiles and the facilities for the production of carbon fibers and composite materials were shown.*

## **AUGUST 2010**



### **Neue Geschäftsleitung**

Am 1. August 2010 hat Herr Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer die Leitung des Instituts übernommen. Prof. Breuer war nach seiner Promotion am IVW 1997 13 Jahre lang in unterschiedlichen Funktionen bei Airbus tätig, zuletzt in der Entwicklungsleitung eines neuen Verkehrsflugzeuges in Faserverbundbauweise in Toulouse.

### **New Management**

*Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer took over the management of the institute on August 1, 2010. After receiving his doctor's degree in 1997 Prof. Breuer worked 13 years for Airbus in different functions, last Senior Manager and Head of Fuselage Structure New Short Range Aircraft Development in Toulouse.*

# September 2010



Professor Bhattacharyya, Direktor des Centre for Advanced Composite Materials (CACM) in Auckland, Neuseeland, besuchte am 7. und 8. September 2010 das Institut im

**Besuch aus  
Neuseeland**

Rahmen der bestehenden internationalen Vernetzung. Ziel des Besuchs war die Diskussion aktueller und zukünftiger Zusammenarbeit im Bereich der Drapier- und Umformsimulation von gewebten trockenen Verstärkungsfasern und Organoblechen, Bioverbundwerkstoffen und der LCM Technologie. Sein Besuch unterstrich die fortdauernd guten Beziehungen zwischen den beiden Instituten.

*A visit to the institute by Prof. Bhattacharyya, Director of the Centre for Advanced Composite Materials (CACM) Auckland, New Zealand, on 7th and 8th September 2010 demonstrates the breadth of IVW's international research connections. The purpose of the visit was to discuss current and future collaborations between the two institutes in the areas of draping and forming simulation of woven dry reinforcements and organosheets, biocomposites, and liquid composite molding manufacturing technologies. The visit highlights the strong ongoing relationship between the two institutes.*

**Visit from  
New Zealand**

Mit der Einreichung „Entwicklung einer serientauglichen Injektionsanlage zur Verarbeitung von Thermoplasten im RTM-Verfahren“ konnte das IVW am 14. September mit dem dritten Platz wiederum eine hervorragende Platzierung beim AVK Innovationspreis in der Kategorie Hochschule erzielen. Die maßgeblich von Dr.



**IVW erneut beim  
AVK-Innovationspreis  
(Kategorie Hochschule)  
erfolgreich**

Dr. Steeg entwickelte Injektionsanlage ist eine innovative Dosier- und Mischanlage. Sie stellt flüssige PBT-Oligomere und einen flüssigen Katalysator für die Verarbeitung im Faser-Kunststoff-Verbund bereit. Hintergrund der Technologieentwicklung ist die Ausnutzung der niedrigen Schmelzviskosität der PBT-Oligomere, die zur effizienten Imprägnierung von Textilstrukturen genutzt werden kann, und eine anschließende in-situ Polymerisation im Werkzeug. Mit dieser Anlagentechnik ist es erstmals gelungen, eine sehr variable Aufbereitung von zyklischen Oligomeren und einem Katalysator zu gewährleisten. Innerhalb von Bruchteilen einer Sekunde lassen sich Ausstoßmengen, Mischungsverhältnisse oder Druckverläufe anpassen. In diesem Zusammenhang lässt sich die Technologie zukünftig sehr flexibel für unterschiedliche industrielle Anwendungen einsetzen.

## **IVW Once Again Successful in the AVK Innovation Prize (Category University)**

*Being awarded third place on September 14, the IVW has once again achieved an outstanding placement at the AVK innovation prize in the category university with the submitted proposal "development of an injection plant adaptable for series production of thermoplastic matrix composite materials in the RTM process". The injection plant, significantly developed by Dr. Steeg, is an innovative dosing and mixing system. This plant provides liquid PBT oligomers and a liquid catalyst for the processing of fiber reinforced polymer matrix composite materials. Background of the technology development is the use of low melting viscosity of the PBT oligomers for an efficient impregnation of textile structures and adjacent in-situ polymerization during the manufacturing stage in the mold. This technology, for the first time, can guarantee a very variable processing of the cyclic oligomers and the catalyst. Output quantities, mixing ratio or process pressure can be adjusted within fractions of a second. In this regard, this technology can in the future be used for different industrial applications with great flexibility.*

## **Schülerinnentag**

Auch in diesem Jahr beteiligte sich das Institut am Schülerinnentag der TU Kaiserslautern am 30. September. Er wird seit 1995 vom Frauenbüro der Technischen Universität Kaiserslautern organisiert mit dem Ziel, Mädchen für einen naturwissenschaftlichen oder technischen Werdegang zu begeistern. Nach der Vorstellung des IVW gab es aus flüssigem Stickstoff hergestelltes Vanilleeis. Anschließend hatten alle Teilnehmerinnen Gelegenheit, im Duroplast- und im Extrusionslabor die Herstellung von Verbundwerkstoffen, gefüllt mit Partikeln, zu verfolgen.



## **Girls' Day**

*This year IVW again participated in the "Girls' Day" of the University of Kaiserslautern on September 30. Since 1995 the equal opportunity commissioners have organized this day in order to encourage young girls to choose a scientific or technical career in the natural sciences and engineering. After an introduction into the activities of IVW they were shown how to make vanilla ice cream with liquid nitrogen. Afterwards, they had an opportunity to experience the production of particle filled composite materials in the thermoset and the extrusion lab.*





## OKTOBER 2010

Am 8. Oktober fand in Kaiserslautern erstmals die „Nacht, die Wissen schafft“ im Rahmen des „Jahres der Wissenschaft 2010“ statt. An diesem Abend prä-

sentierte sich der Wissenschaftsstandort Kaiserslautern auf dem Gelände der TU Kaiserslautern und des PRE Uni-Parks in der Trippstadter Straße. Auch das Institut war mit einem Stand vor dem Gebäude 30 (Uni-Mensa) vertreten. Im Angebot waren ein Mountainbiketest mit Canyon-CFK-Mountainbikes, virtuelles GoKart-Fahren und das CFK-Skateboard, was von den Besuchern sehr gut angenommen wurde.

*On October 8, the first “Nacht, die Wissen schafft” in the context of the “Year of Science” took place in Kaiserslautern. That evening the main site of scientific activity in the city showed its competence on the campus of the University and the PRE Uni-Park in Trippstadter Straße. IVW was also represented with a booth in front of building 30. IVW’s offer included a test track for CFRP-mountainbikes, a virtual go-kart, and the CFRP-skateboard, generating great interest by visitors.*

**IVW-Stand  
auf der „Nacht,  
die Wissen schafft“**

**IVW Booth  
at “Nacht,  
die Wissen schafft”**



## NOVEMBER 2010

Die rheinland-pfälzische Wissenschaftsministerin Doris Ahnen überreichte auf der Jubiläumsfeier am 4. November dem Geschäftsführer des IVW, Prof. Dr.-Ing Ulf Breuer, den

Zuwendungsbescheid in Höhe von 1,7 Mio. € zum Aufbau eines Technologietransferteams Verbundwerkstoffe. Das Land fördert bis Ende 2013 ein aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie Ingenieurinnen und Ingenieuren bestehendes Team, das für neue Auftraggeber aus der Wirtschaft Problemlösungen erarbeiten und in der exploratorischen Forschung und Entwicklung tätig sein wird.

*During the anniversary celebration on November 4, Doris Ahnen, Science Minister of Rhineland-Palatinate, handed over a notification of financial support in the amount of 1.7 million € for the building of a Technology Transfer Team Composites to the CEO of IVW, Prof. Dr.-Ing. Ulf Breuer. The state will support a team consisting of scientists and engineers to find problem solutions for new clients of the economy and which will work in exploratory research and development until the end of 2013.*

**20 Jahre IVW**

**IVW 20 Year  
Anniversary**

## Jazz im Treppenhaus

Am 7. November fand die 15. Ausgabe von „Jazz im Treppenhaus“ statt. In dieser seit 1997 durchgeführten Veranstaltungsreihe treten professionelle und erfolgreiche Jazzformationen aus der Region auf, in diesem Jahr die Jazzformation des deutschlandweit bekannten Kaiserslauterer Musikers Volker Klimmer, das Volker Klimmer Quintett. Die Band trat in großer Besetzung auf mit Ralph (Mosch) Himmler, Trompete, Flügelhorn, Flöte; Sven Hack, Saxophon; Wolfgang Janischowski, Bass; Volker Klimmer, Piano; Ingo von Wenzlawowicz, Drums; Lisa Mosinski und das Urgestein Herby Weindl, vocals. Mit großer Spielfreude wurden Jazzstandards und Klassiker virtuos präsentiert und das Publikum reagierte begeistert.



*On November 7, the 15th „Jazz im Treppenhaus“ concert took place. In this event series, started in 1997, professional and successful local jazz formations perform, this year the jazz formation of the Kaiserslautern musician Volker Klimmer, the Volker Klimmer Quintett, well known throughout Germany. The band played with major instrumentation presenting Ralph (Mosch) Himmler on trumpet, flugelhorn, flute; Sven Hack on saxophone; Wolfgang Janischowski on bass; Volker Klimmer on piano; Ingo von Wenzlawowicz on drums; and Lisa Mosinski and doyen Herby Weindl, vocals. They obviously enjoyed their virtuosic presentation of jazz standards and classics and the audience was enthralled.*

## Alumnitreffen

Mehr als 50 Teilnehmer, davon 30 Ehemalige, trafen sich am Vorabend des IVW-Kolloquiums zum inoffiziellen Teil im Restaurant „Flammkuche“. Beim offiziellen Teil am 16. November stellte Prof. Breuer die zukünftigen Pläne zum IVW vor. Dr. Kissinger berichtete über seine Erfahrung aus zehnjähriger Geschäftsführertätigkeit in den Vereinigten Staaten. Abgerundet wurde die Veranstaltung von Projektberichten aus den drei wissenschaftlichen Abteilungen. Anschließend gab es eine Live-Demonstration der RocTool-Technologie, die Aufheizraten bis zu 200 K/min ermöglicht.



Beim offiziellen Teil am 16. November stellte Prof. Breuer die zukünftigen Pläne zum IVW vor. Dr. Kissinger berichtete über seine Erfahrung aus zehnjähriger Geschäftsführertätigkeit in den Vereinigten Staaten. Abgerundet wurde die Veranstaltung von Projektberichten aus den drei wissenschaftlichen Abteilungen. Anschließend gab es eine Live-Demonstration der RocTool-Technologie, die Aufheizraten bis zu 200 K/min ermöglicht.

## Alumni Reunion

*More than 50 participants including 30 former co-workers, met on the eve of the IVW Kolloquium at the restaurant “Flammkuche” for the unofficial part of the event. During the official part on November 16, Prof. Breuer presented IVW's vision of the future. Dr. Kissinger gave an account on his experiences as managing director over the past 10 years in the United States. The meeting was completed by project reports of the three scientific departments. Following the meeting was a live demonstration of the RocTool technology, enabling a tool heating rate of up to 200 K/min.*

## IVW-Kolloquium

Anlässlich des Jubiläums „20 Jahre IVW“ fand am 16. und 17. November ein Festkolloquium mit über 100 Teilnehmern aus Wissenschaft, Forschung, Industrie und Politik statt. In seiner Festansprache hob der Präsident der Technischen Universität Kaiserslautern, Herr Prof. Dr. Helmut Schmidt, sowohl das besondere Engagement des IVW in der Lehre als auch die weltweite Vernetzung mit internationalen Forschungs Kooperationen hervor. Der Oberbürgermeister der Stadt Kaiserslautern, Herr Dr. Klaus Weichel, verwies auf die besondere und wichtige Rolle des Institutes für die Stadt und Region Kaiserslautern.

Das Arbeitsfeld des Institutes wurde auf dem Kolloquium in fünf Themenblöcken (Tribologie bei Nanocompositen, Hochauftriebssysteme für Transportflugzeuge, Thermoplastverarbeitungstechnik, Hybride Verbunde im Crash, Inno.CNT) durch jeweils einen externen und zwei interne Vortragende vorgestellt und durch zwei Keynotes flankiert. Die Laborführungen und die ausgestellten Poster sowie Demonstratoren lieferten einen tieferen Einblick in die Arbeitsthemen und das Leistungsspektrum des IVW.

*On the occasion of IVW's 20 year anniversary a colloquium with more than 100 participants of science, research, industry, and politics took place on November 16 and 17. In his speech the President of the University of Kaiserslautern, Prof. Dr. Helmut Schmidt, emphasized IVW's particular commitment in teaching as well as its worldwide network with international research cooperations. Dr. Klaus Weichel, the Lord Mayor of Kaiserslautern, lauded the specific and important role that the institute has for the city and region of Kaiserslautern.*

*The institute's field of activity was presented at the colloquium by one external and two internal lecturers in five thematic blocks (tribology in nanocomposites, high lift systems for transport aircraft, thermoplastic processing technologies, hybrid composites in crash, Inno.CNT), complemented by two keynote lectures. The lab tours, exhibited posters, and demonstrators provided a profound insight into the activities and the capabilities of the institute.*



## DEZEMBER 2010

**Exkursion zu Keiper** Die Abteilung Werkstoffwissenschaft unternahm am 15. Dezember eine Exkursion zum technischen Zentrum der Firma Keiper in Kaiserslautern. Eine äußerst informative Führung durch alle Prüffelder zeigte eine beeindruckende Vielfalt an Prüfständen und Vorrichtungen, die für die Untersuchung eines Autositzes heutzutage erforderlich sind. Es werden sowohl Einzelkomponenten geprüft (z.B. Abriebverhalten der Stoffe) als auch die komplette Sitzstruktur. Viele Prüfungen erfolgen unter extremen klimatischen Bedingungen. Ein besonderes Highlight ist die KEIPER Crash-Simulations-Anlage mit servohydraulischem Katapult. Mit einer Schubkraft von bis zu 250 Tonnen erzeugt es ein breites Spektrum von Beschleunigungsimpulsen bei einer maximalen Schlittengeschwindigkeit von ca. 90 km/h und maximaler Schlittenbeschleunigung von ca. 85 g.

**Field Trip to Keiper** *On December 15, the Materials Science Department visited the technical center of Keiper in Kaiserslautern. A very informative guided tour of all test fields showed an impressive diversity of test facilities and devices required for analyzing a car seat. Single components (e.g. corrosion behavior of fabrics) as well as the entire seat structures are tested. Many tests are carried out under extreme climatic conditions. A special highlight is the KEIPER crash simulation facility with a servo-hydraulic catapult. Based on a force of 250 tons a wide range of accelerating impulses can be generated at a maximum sliding rate of approx. 90 km/h and maximum sliding acceleration of approx. 85 g.*





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)

**DVS** Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V., [www.dvs-ev.de](http://www.dvs-ev.de)

**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

**Kunststoffe in der Pfalz**, [www.kunststoffmanagement.de](http://www.kunststoffmanagement.de)

**Patentverbund Forschung RLP** Innovations-Management GmbH,

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

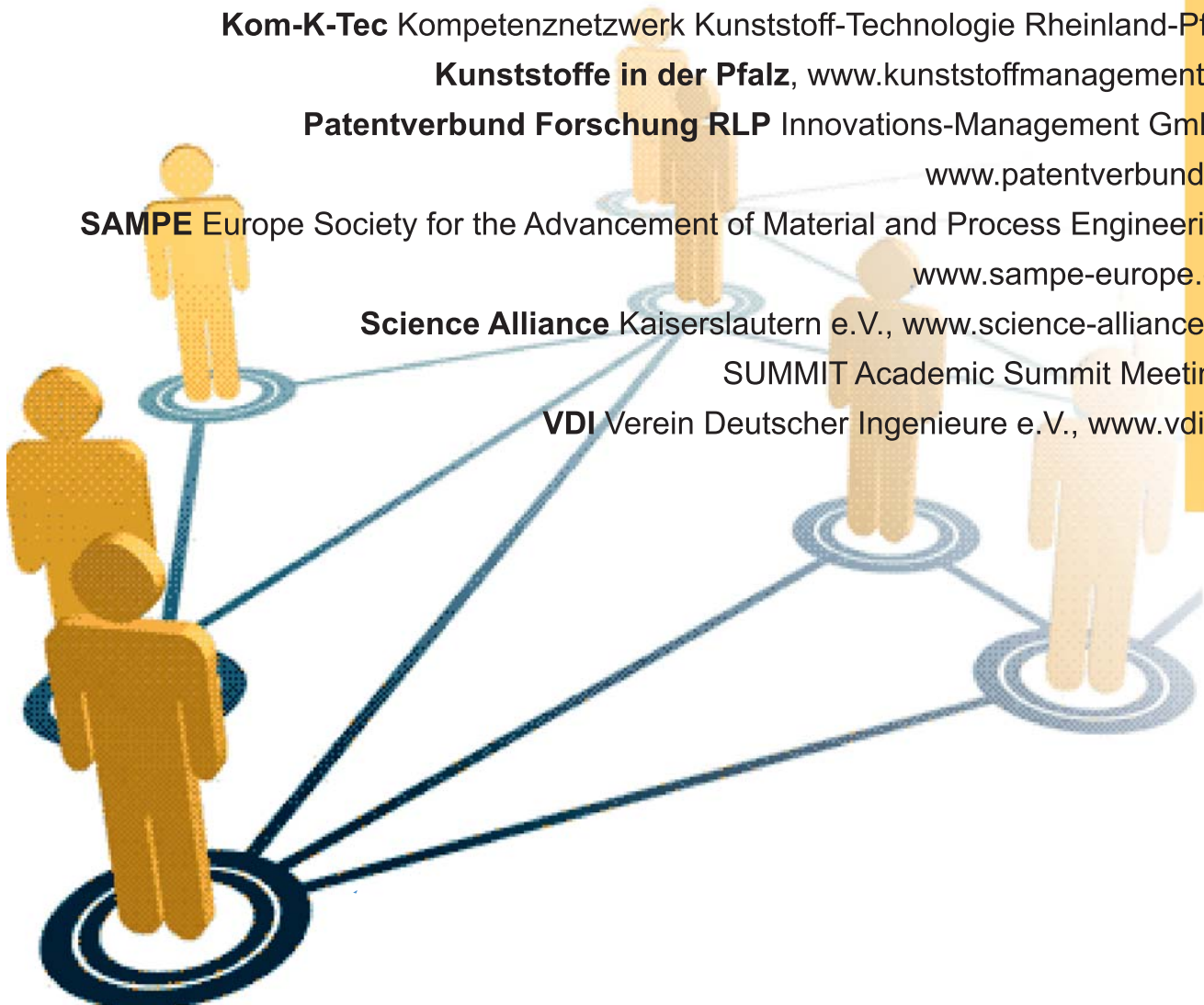
**SAMPE** Europe Society for the Advancement of Material and Process Engineering,

[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)



## Veröffentlichungen und Vorträge

### *Publications and Talks*

- 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*, published online, 4. Juni 2010, DOI10.1007/s10443-010-9147-x
- Bayerl, T.; Schlarb, A.K.: Welding of tribologically optimized polyetheretherketone films with metallic substrates. *Tribology International* 42 (2010), S. 1175-1179
- Bayerl, T.; Schledjewski, R.; Mitschang, P.: Inductive Heating of Polymer Matrixes by Particulate Heating Promoters. *Proceedings ECCM 14, Budapest, Ungarn, 7.-10. Juni 2010, CD-ROM*
- Bayerl, T.; Schledjewski, R.; Mitschang, P.: Induktive Erwärmung von Kunststoffverbunden über partikelförmige Additive. *Proceedings IVW Kolloquium, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM*
- Bierer, M.; Pohl, T.; Natter, E.; Madsen, B.; Hydonckx, H.; Schledjewski, R.: Properties of new fully bio-based thermoset composites. *Proceedings ECCM 14, Budapest, Ungarn, 7.-10. Juni 2010, CD-ROM*
- Brzeski, M.; Holschuh, R.; Khan, A.; Schledjewski, R.: Modeling and phenomena investigation of velocity depending laminate quality for thermoplastic tape placement by means of diode laser heating. *Proceedings ECCM 14, Budapest, Ungarn, 7.-10. Juni 2010, CD-ROM*
- Brzeski, M.; Schledjewski, R.: Effect of tool temperature on laminate properties during in situ consolidation placement process. *Proceedings SAMPE 2010, Seattle, USA, 17.-21. Mai 2010*
- Burkhart, T.; Walter, R.; Knör, N.; Zhou, R.; Hauptert, F.: Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von thermoplastischen Nanokompositen. *Fachkonferenz "Nanotechnologie für Faserkunststoffverbunde", IHK Braunschweig, 26.-27. Mai 2010*
- Burkhart, T.; Zhang, G.; Emrich, S.: Tribologische Modelluntersuchungen von PEEK-Compounds unter Grenzreibung. *Tribologie-Fachtagung der GfT, Göttingen, 27.-29. September 2010, Band 2, S. 79/1-79/19*
- Carballeira, P.: Mechanical and electrical properties of carbon nanofiber-ceramic nanoparticle-polymer composites. *Zugl. Diss. TU Kaiserslautern, FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik 2010, URL. <http://kluedo.uni-kl.de/volltexte/2010/2472/>*
- 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*, published online, 20 Juli 2010, DOI: 10.1002/app.30780
- Castellà, N.; Grishchuk, S.; Karger-Kocsis, J.; Unik, M.: Hybrid resins from polyisocyanate, epoxy resin and water glass: chemistry, structure and properties. *Journal of Material Science* 45 (2010) 1734-1743, published online, DOI 10.1007/s10853-009-4145-9
- Chang, L.; Friedrich, K.: Enhancement effect of nanoparticles on the sliding wear of short fiber-reinforced polymer composites: A critical discussion of wear mechanisms. *Tribology International* 43, (2010), S. 2355-2364
- Duhovic, M.; Mitschang, P.; Bhattacharyya, D.: Modelling the influence of stitching on woven fabric composite deformation behaviour. *Proceedings ECCM 14, Budapest, Ungarn, 7.-10. Juni 2010, CD-ROM*
- Fodor, B.; Maier, M.: Modeling Fracture and Crack Growth in Composite Materials with xFEM. *International IKD Summer Course, Miskolc, Ungarn, 6. Juli 2010 und Workshop Graduiertenkolleg 814, Waldfischbach, 10. November 2010*
- Friedrich, K.; Burkhart, T.; Almajid, A.A.; Hauptert, F.: Mechanical Properties and Scratch/Wear Behaviour of a New Poly-Para-Phenylene Co-

- polymer (PPP). Tribologie-Fachtagung der GfT, Göttingen, 27.-29. September 2010, Band 1, S. 04/1-04/14
- Friedrich, K.; Burkhart, T.; Almajid, A.A.; Hauptert, F.: Poly-Para-Phenylene-Copolymer (PPP): A High Strength Polymer with Interesting Mechanical and Tribological Properties. *International Journal of Polymeric Materials*, Volume 59, Issue 9, 2010, S. 680-692
  - Gebhard, A.; Bayerl, T.; Schlarb, A.K.; Friedrich, K.: Increased wear of aqueous lubricated short carbon fiber reinforced polyetheretherketone (PEEK/SCF) composites due to galvanic fiber corrosion. *Wear* 268 (2010), S. 871-876
  - Gyurova, L.A.: Sliding Friction and Wear of Polyphenylene Sulfide Matrix Composite: Experimental and Artificial Neural Network Approach. IVW-Schriftenreihe Band 92, Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang (Hrsg.) Kaiserslautern, 2010, ISBN 978-9349930-88-9. Zugl. Diss. TU Kaiserslautern, FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik, 2010
  - Friedrich, K.; Burkhart, T.; Almajid, A.A.; Hauptert, F.: Poly-Para-Phenylene-Copolymer (PPP): A High Strength Polymer with Interesting Mechanical and Tribological Properties. *International Journal of Polymeric Materials*, Volume 59, Issue 9, 2010, S. 680-692
  - Gebhard, A.; Bayerl, T.; Schlarb, A.K., Friedrich, K.: Increased wear of aqueous lubricated short carbon fiber reinforced polyetheretherketone (PEEK/SCF) composites due to galvanic fiber corrosion. *Wear* 268 (2010), S. 871-876
  - Gyurova, L.A.: Sliding Friction and Wear of Polyphenylene Sulfide Matrix Composite: Experimental and Artificial Neural Network Approach. IVW-Schriftenreihe Band 92, Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang (Hrsg.) Kaiserslautern, 2010, ISBN 978-9349930-88-9. Zugl. Diss. TU Kaiserslautern, FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik, 2010
  - Gyurova, L.A.; Miniño-Justel, P.; Schlarb, A.K.: Modeling the sliding wear and friction properties of polyphenylene sulfide composites using artificial neural networks. *Wear* 268 (2010) S. 708-714
  - Heß, H.; Himmel, N.: Structurally stitched NCF CFRP laminates. Part 1: Experimental characterization of in-plane and out of-plane properties. *Composite Science and Technology*, published online, 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. *Composite Science and Technology*, published online, doi:10.1016/j.compscitech.2010.11.011
  - Hildebrandt, K.; Mitschang, P.: Nanomodifizierte, endlosfaserverstärkte Verbundwerkstoffe - Neuartige Materialien für Class-A-Karosseriebauteile. Automotive Circle International, Materialien im Karosseriebau, Bad Nauheim, 18.-19. Mai 2010
  - Holschuh, R.; Schledjewski, R.: Gezielte Beeinflussung von Bauteileigenschaften durch Einsatz von Hybridtechnik. IVW Kolloquium, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
  - Khan, A.; Lichtner, J.; Schledjewski, R.: An investigation of the development of the transverse bonding in automated tape placement process. *Proceedings ECCM 14*, Budapest, Ungarn, 7.-10. Juni 2010, CD-ROM
  - Khan, A.; Schledjewski, R.: Process simulation enables the optimized processing of continuous fiber reinforced thermoplastic composite materials. *ASPM 2010*, Leoben, Österreich, 8.-10. September 2010
  - Khan, A.M.: Experimental and Simulative Description of the Thermoplastic Tape Placement Process with Online Consolidation. IVW-Schriftenreihe Band 94, Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang (Hrsg.), Kaiserslautern, 2010, ISBN 978-3-934930-90-2. Zugl. Diss. TU Kaiserslautern, FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik 2009

## Veröffentlichungen und Vorträge

### *Publications and Talks*

- Khan, A.M.; Schledjewski, R.: Process Simulation and Parametric Study of an Online Consolidation Composite Manufacturing Setup. Proceedings ECCM 2010, Paris, Frankreich, 16.-21. Mai 2010, CD-ROM
- Khan, M.; Mitschang, P.; Schledjewski, R.: Identification of some optimal process parameters to achieve higher laminate quality through tape placement. *Advances in Polymer Technology* Vol. 29, No. 2, S. 98-111
- Khan, M.A.; Mitschang, P.; Schledjewski, R.: Tracing the void content development and identification of its effecting parameters during in-situ consolidation of thermoplastic tape material. *Polymers & Polymer Composites*, Vol. 18, No. 1, 2010, S. 1–16
- Khan, M.A.; Schledjewski, R.: Bespoke simulation tool for thermoplastic composite. *JEC Composites Magazine* No. 61 (2010), S. 53-55
- Knör, N.F.: Einfluss der Verarbeitungstechnologie und Werkstoffzusammensetzung auf die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen von thermoplastischen Nanoverbundwerkstoffen. IVW-Schriftenreihe Band 93, Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang (Hrsg.) Kaiserslautern, 2010, ISBN 978-3-934930-89-6. Zugl. Diss. TU Kaiserslautern, FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik, 2010
- 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*, published online, 9 July 2010, 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*, published online, 30. Juli 2010, DOI: 10.1002/app.32706
- Lai, M.; Friedrich, K.; Botsis, J.; Burkhart, T.: Evaluation of Residual Strains in Epoxy with Different Nano/Micro-Fillers Using Embedded Fiber Bragg Grating Sensor. *Composite Science and Technology*, Volume 70, Issue 15, 2010, S. 2168-2175
- Li, W.J.; Schlarb, A.K.; Weber, M.; Evstatiev, M.: Deformation of dispersed PA66 phase in drawn PA66/SAN blend. *POLYMER BULLETIN* 64 (2010) 5, 483-495
- Liang, B.; Zhang, G.; Liao, H.L.; Coddet, C.; Ding, C.X.: Structure and Tribological Performance of Nanostructured ZrO<sub>2</sub>-3 mol% Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Coatings Deposited by Air Plasma Spraying. *Journal of Thermal Spray Technology*, Vol. 19 (6), Dezember 2010, S. 1163-1170
- Magin, M.; Himmel, N.: Experimental characterization and analytical modeling of material non-linearity in fatigue analysis of polymer matrix composites. Fifth International Conference on Fatigue of Composite, Nanjing, China, 16.-19. Oktober 2010
- Magin, M.; Himmel, N.: Effect of physical non-linearity on cyclic fatigue life prediction of polymer matrix composites. *Science and Engineering of Composite Materials* 17 (2010), pp. 297-311 and Fifth International Conference on Fatigue of Composite, Nanjing, China, 16.-19. Oktober 2010
- Miaris, A.; Päßler, M.; Schledjewski, R.: Effects of the impregnation die geometry on the roving tension and laminate quality during filament winding. Proceedings ECCM 14, Budapest, Ungarn, 7.-10. Juni 2010, CD-ROM
- Miaris, A.; Schledjewski, R.: Spontaneous Impregnation and Capillary Phenomena in Carbon Fiber Rovings. Proceedings ACCM7, Taipei, Taiwan, 15.-18. November 2010
- Mitschang, P.: Advancements in welding of thermoplastic composites. IMAST Thermoplastic composite workshop, Sorrento, Italien, 11. Oktober 2010

- Mitschang, P.: Prozessvariable Entwicklung von Faser-Kunststoff-Verbunden auf PBT-Basis, Pro-PBT-Abschlussbericht, Kaiserslautern: IVW-Schriftenreihe Band 91, Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang (Hrsg.) Kaiserslautern, 2010, ISBN 978-3-934930-87-2
- Mitschang, P.; Moser, L.: Advancements in automatic manufacturing of fiber reinforced thermoplastic composites. Tagungsband SEMAT 10, München, 9.-10. Juni 2010, S. 329-351, CD-ROM
- Mitschang, P.: Semi-Finished Products and Welding Technologies for High Performance Thermoplastic Composites. 2010 EADS Composite Technology Days, Ottobrunn, 13.-14. Oktober 2010
- Moser, L.; Fernandez, I.; Mitschang, P.; Bersee, H.E.N.; Yousefpour, A.: Comparison of Three Welding Processes for Joining Advanced Thermoplastic Composites. Proceedings SAMPE 2010, CD-ROM, Seattle, USA, 17.-21. Mai 2010
- Motsch, N.; Heß, H.; Schmidt, H.; Himmel, N.: Experimentelle Charakterisierung und Simulation strukturell vernähter CFK-MAG-Laminat. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Noll, A.; Knör, N.: Crystallization Behaviour of TiO<sub>2</sub> Nanoparticle Reinforced Polypropylene. Materials Science Forum 636-637 (2010), S. 688-696
- Noll, A.; Burkhart, T.: Electrical, Mechanical and Thermal Properties of Multiwall Carbon Nanotube Modified Linear Poly(p-Phenylene Sulfide) Manufactured via Twin Screw Extrusion. 14th European Conference on Composite Materials (ECCM14), Budapest, Ungarn, 7.-10. Juni 2010, CD-ROM
- Noll, A.; Burkhart, T.: Optimierung des multifunktionalen Eigenschaftsprofils von Polyphenylensulfid-Tribocompounds durch den Einsatz von Carbon Nanotubes (CNT). Tribologie-Fachtagung der GfT, Göttingen, 27.-29. September 2010, Band 1, S. 07/1–07/15
- Noll, A.; Hildebrandt, K.; Burkhart, T.; Mitschang, P.: Herstellung und Charakterisierung von thermoplastischen CNT-Nanocompositen für Anwendungen im FKV. Tagungsband IVW Kolloquium, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Priebe, M.; Schledjewski, R.: Processing Parameters for Direct Long Fiber Extrusion and Resulting Material Properties. 14th European Conference on Composite Materials (ECCM14), Budapest, Ungarn, 7.-10. Juni 2010, CD-ROM
- Rasheva, Z.; Burkhart, T.; Englert, M.; Bürkle, G.; Janke, M.: High-performance coatings for tribologically optimized pistons. JEC Composites Magazine, No. 53, Nov.-Dez. 2009
- Rasheva, Z.; Burkhart, T.: Tribologische Untersuchungen an duroplastischen Beschichtungen. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Rasheva, Z.; Burkhart, T.; Janke, M.; Rehl, A.: Struktur-Eigenschaftsbeziehungen und tribologisches Verhalten von verstärkten Polyamidimid Harzen für Gleitlackanwendungen. Tribologie-Fachtagung der GfT, Göttingen, 27.-29. September 2010, Band 2, S. 65/1-65/18
- Rasheva, Z.; Zhang, G.; Burkhart, T.: A correlation between the tribological and mechanical properties of short carbon fibers reinforced PEEK materials with different fiber orientations. Tribology International, 43, (2010), S. 1430-1437
- Rieber, G.; Mitschang, P.: 2D Permeability changes due to stitching seams. Composites Part A41, 2010, S. 2-7
- Rieber, G.; Mitschang, P.: Evaluation of RTM produced CNT doped GFRP laminates. Proceedings ECCM 14, Budapest, Ungarn, 7.-10. Juni 2010, CD-ROM
- Rieber, G.; Mitschang, P.: Process Development for the Production of Fiber-Epoxy-Composites with Homogeneous CNT Distribution. Tagungs-

## Veröffentlichungen und Vorträge

### *Publications and Talks*

- band IVW Kolloquium, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Rieber, G.; Wirjadi, O.; Mitschang, P.: Correlation of permeability values with flow channel diameters determined by 3D-image analysis of a woven textile. Proceedings 10th FPCM (International Conference on Flow Process in Composite Materials), Ascona, Schweiz, 11.-15. Juli 2010
  - Scheliga, D.; Maier, M.: Zur Rissausbreitung in nanopartikelverstärkten Polyamid 6.6. Graduiertenkolleg 814, Wald Fischbach, 10. November 2010
  - Schledjewski, R.: Flame resistance of natural fiber reinforced polymers added by water glass. Proceedings ECCM 14, Budapest, Ungarn, 7.-10. Juni 2010, CD-ROM
  - Schmeer, S.; Maier, M.: Geschweißte Metall-CFK-Verbindungen. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
  - Schmidt, H.; Himmel, N.: CFK-Landeklappen-träger (NEFS) und CFK-Lasteinleitungsrippe (HIT) für eine Landeklappe. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
  - Schöpfer, J.; Becker, F.; Maier, M.; Kolling, S.: Charakterisierung und Modellierung von kurzfaserverstärkten Kunststoffen – Charakterisierung und Parametrisierung. Tagungsband, 9. LSDYNA Forum, Bamberg 2010
  - Shahzad, M.A.; Steeg, M.; Mitschang, P.: Development and characterization of glass fiber reinforced in-situ polymerized thermoplastic matrix composite material. Proceedings SAMPE 2010, Seattle, USA, 17.-21. Mai 2010
  - Steeg, M.: Prozesstechnologie für Cyclic Butylene Terephthalate im Faser-Kunststoff-Verbund. IVW-Schriftenreihe Band 90, Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang (Hrsg.) Kaiserslautern, 2010, ISBN 978-3-934930-86-5. Zugl. Diss. TU Kaiserslautern, FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik 2009
  - Tiwari, S.; Sharma, M.; Panier, S.; Mutel, B.; Mitschang, P.; Bijwe, J.: Influence of cold remote nitrogen oxygen plasma treatment on carbon fabric and its composites with specialty polymers. Journal of Material Science, Vol. 46, No. 4 (2010), S. 964-974
  - Voll, N.; Maier, M.: Experimentelle Untersuchung, Simulation und Materialmodellierung des Versagensverhaltens von edelstahltextilverstärkten Langfaserthermoplasten. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
  - Walter, R.; Burkhart, T.: Optimierung der Verschleißigenschaften von kohlenstofffaserverstärktem PEEK mit nano- und submikroskopischen Füllstoffen, hergestellt durch effektive Extrusionsprozesse. Tribologie-Fachtagung der GfT, Göttingen, 27.-29. September 2010, Band 1, S. 08/1-08/14
  - Walter, R.; Knör, N.; Hauptert, F.; Burkhart, T.: Manufacturing of nanoparticle reinforced polyetheretherketone (PEEK) for tribological applications processed by optimized twin screw extrusion. 17th International Colloquium Tribology, Solving Friction and Wear Problems, Technische Akademie, Esslingen, 19.-21. Januar 2010
  - Zhang, G.: Structure-Tribological Property Relationship of Nanoparticles and Short Carbon Fibers Reinforced PEEK Hybrid Composites. Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics, 48 (2010), S. 801-811
  - Zhang, G.; Burkhart, T.: Synergistic Effect of Carbon Nanofibers and Short Carbon Fibers on the Mechanical Properties of an Epoxy Resin. 11th IUMRS International Conference, Qingdao, Asia, 25.-28. September 2010, CD-ROM
  - Zhang, G.; Burkhart, T.: Synergistic roles of multiscale fillers on the mechanical and tribological properties of thermoset materials. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM

- Zhang, G.; Karger-Kocsis, J.; Zou, J.: Synergetic effect of carbon nanofibers and short carbon fibers on the mechanical and fracture properties of epoxy resin. *Carbon*, Volume 48, Issue 15, 2010, S. 4289-4300
- Zhang, Z.; Rasheva, Z.; Schlarb, A.K.: Friction and wear variations of short carbon fiber (SCF)/PTFE/graphite (10 vol.-%) filled PEEK: Effects of fiber orientation and nominal contact pressure. *Wear* 268 (2010), S. 893-899
- 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*, published online, 2010, DOI 10.1007/s10853-010-4901-x
- Zhou, R.; Burkhart T.: Mechanical properties and morphology of microparticle and nanoparticle filled polypropylene composites. *Journal of Materials Science*, 45, (2010), S. 3016-3022
- Zhou, R.J.; Burkhart, T.: Influence of nanoparticle loading on craze formation and crack propagation of polycarbonate in different environments. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 23, (2010), S. 607-621
- Zhou, R.J.; Burkhart, T.: Mechanical and optical properties of nanoparticle-filled polycarbonate composites. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 23, (2010), S.487-500
- Zhou, R.J.; Burkhart, T.: Optical Properties of Particle-Filled Polycarbonate, Polystyrene, and Poly(methyl methacrylate) Composites. *Journal of Applied Polymer Science* 115 (2010), S. 1866-1872
- 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*, published online, 2010, DOI 10.1007/s10853-010-5068-1
- Zhou, R.J.; Burkhart, T.: Thermal properties of isotactic polypropylene composites filled with

nano- and microparticles. *World Forum on Advanced Polymeric Materials: Polychar 18*, Siegen, 7.-10. April 2010, Germany, S. 50

## Poster

- Bendler, M.; Himmel, N.: Betriebsfestigkeitsnachweis und -auslegung von Mountainbikes – Betriebslastfassung durch die Entwicklung einer mobilen Messtechnik. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Bierer, M.; Mitschang, P.; Schledjewski, R.: Duroplastisch gebundene naturfaserverstärkte Bauteile mit flammhemmender Ausrüstung und bedarfsangepasster Oberflächencharakteristik. Tagungsband IVW Kolloquium, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Bittmann, B.; Botelho, E.C.; Burkhart, T.: Dispersion of Nanoscale Fillers by Ultrasonic Waves. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Brzeski, M.; Schledjewski, R.: Thermoplastisches Tapelegen am IVW: Möglichkeiten einer ganzheitlichen Prozessanalyse von der Idee zum Produkt. Tagungsband IVW Kolloquium, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Burkhart, T.; Grishchuk S.: Fire retardant nanocomposite with improved mechanical properties. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Christmann, M.; Mitschang, P.; Giehl, S.: 2-dimensionales Imprägnierverhalten hochviskoser Thermoplaste in ebenen Faserstrukturen. Tagungsband IVW Kolloquium, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Duhovic, M.; Mitschang, P.; Bhattacharyya, D.: Simulating the Deformation of Stitched Woven Structures in Polymer Composite Materials. Proceedings, working visit CACM, Auckland, New Zealand, 18. August 2010 und Tagungsband IVW Kolloquium, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Feldner, H.-P.; Burkhart, T.: IVW Forschungsfeld Tribologie. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Fodor, B.; Giehl, S.; Mitschang, P.; Maier, M.: Kombination von Fließpressen und Thermoformen kontinuierlich faserverstärkter Thermoplaste für Strukturbauteile im Automobilbau. Tagungsband IVW Kolloquium, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Fodor, B.; Maier, M.: Kombination von Fließpressen und Thermoformen kontinuierlich faserverstärkter Thermoplaste für Strukturbauteile im Automobilbau. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Giertzsch, H.; Volk, P.; Burkhart, T.: 3D Mikro-Computertomografie: Ein innovatives Verfahren zur internen Strukturanalyse von Verbundwerkstoffen. High Resolution CT Symposium, Dresden, 31. August - 2. September 2010
- Kravaev, P.; Wulfhorst, J.; Seide, G.; Gries, T.; Hassinger, I.; Burkhart, T.: NanoOrgano drapable preforms from nano-modified hybrid yarns for the production of thermoplastic composites. JEC 2010, Paris, Frankreich, 13.-15. April 2010 und IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Magin, M.; Himmel, N.: Berücksichtigung der werkstofflichen Nichtlinearität bei der Lebensdaueranalyse schwingbelasteter Faserverbundlaminat. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Miaris, A.; Päßler, M.; Weick, T.; Schledjewski, R.: Projekt H2SusBuild: "Development of a clean and energy self-sustained building in the vision of integrating H2 economy with renewable energy sources". Tagungsband IVW Kolloquium, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Mitschang, P.; Didi, M.: Diskontinuierliches Induktionsschweißen von Metall-/Faser-Kunststoff-Verbunden. Tagungsband IVW Kolloquium, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM



- Noll, A.; Hildebrandt, G.; Rieber, G.; Mitschang, P.; Burkhart, T.: Research on Carbon Nanotubes as Reinforcing Fillers in Thermoplastics and Thermosets. JEC 2010, Paris, Frankreich, 13.-15. April 2010 und IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Noll, A.; Hildebrandt, K.; Rieber, G.; Mitschang, P.; Burkhart, T.: CarboDis, CarboCar, Carbo Road: Research on Carbon Nanotubes as Reinforcing Fillers in Thermoplastics and Thermosets. Tagungsband IVW Kolloquium, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Pfeiffer, N.; Burkhart, T.; Wetzel, B.: Synthesis of nano and submicro particles via top-down method. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Pohl, T.; Schledjewski, R.: NATEX - Natural Aligned Fibers and Textiles for Use in Structural Composite Applications. Tagungsband IVW Kolloquium, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Priebe, M.; Schledjewski, R.; Burkhart, T.: EffiPressOr Effizientes Pressverfahren zur Herstellung faserverstärkter thermoplastischer Bauteile mit Endlosfasern hoher Orientierung. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Scheliga, D.; Maier, M.: Numerische Ermittlung des kurzzeitdynamischen E-Moduls aus Versuchsdaten. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Schmidt, H.; Himmel, N.: LightGRIP: Effizienter Auslegersystemgreifer mit hohem Integrationspotential. Composites Europe, 14.-16. September 2010, Essen, und IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Soroachynska, L.; Grishchuk, S.; Burkhart, T.: Hydroxyapatite Modified Natural Polymer/ Polyacrylamide Hydrogels: Swelling, Mechanical and Tribological Behaviour. JEC Paris 2010, Paris, Frankreich, 13.-15. April 2010 und IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Soroachynska, L.; Grishchuk, S.; Burkhart, T.; Pashkuleva, I.; Domingues, J.; Reis, R.L.: Hydroxyapatite Reinforced Hydrogels with High Biocompatibility and Mechanical Performance. EUPOC 2010 Hierarchically Structured Polymers, Gargnano, Italien, 30. Mai - 4. Juni 2010
- Voll, N.; Maier, M.: Experimental and Simulative Investigation of Spot-Welded Grid Reinforced Long Glass Fiber Thermoplastics. IVW Kolloquium 2010, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM
- Wang, S.; Mitschang, P.: Qualitätsmanagement und Structural Health Monitoring für Faser-Kunststoff-Verbunde. Tagungsband IVW Kolloquium, Kaiserslautern, 16.-17. November 2010, CD-ROM

## Promotionen *Doctorates*

Ldo. en Fisica Pablo Carballeira, 18. Januar 2010: „Mechanical and electrical properties of carbon nanofiber-ceramic nanoparticle-polymer composites“

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Martin Maier

Berichter:

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Klaus Friedrich;  
Prof. Dr. Rolf Pelster, Universität des Saarlandes

M.Sc. Lada Gyurova, 8. März 2010: “Sliding Friction and Wear of Polyphenylene Sulfide Matrix Composites: Experimental and Artificial Neural Network Approach”

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Bernd Sauer,  
Technische Universität Kaiserslautern

Berichter:

Prof. Dr.-Ing. Martin Maier;  
Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz zum Gahr, Universität Karlsruhe;  
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Klaus Friedrich

M.Sc. Amir Muhammad Khan, 30. August 2010: „Experimental and Simulative Description of the Thermoplastic Tape Placement Process with Online Consolidation“

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Paul Geiß,  
Technische Universität Kaiserslautern

Berichter:

Prof. Dr.-Ing. Martin Maier,  
Prof. Dr.-Ing. Peter Mitschang

Dipl.-Ing. Nikolai Voll, 7. Oktober 2010: „Experimentelle Untersuchung, Simulation und Materialmodellierung von edelstahl-textilverstärkten Langfaserthermoplasten“

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Eberhard Kerscher,  
Technische Universität Kaiserslautern

Berichter:

Prof. Dr.-Ing. Martin Maier;  
Prof. Dr.-Ing. Paul Ludwig Geiß, Technische Universität Kaiserslautern

## Fachgremien / Begutachtungen *Expert Panels / Reviews*

- AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen
- Alexander von Humboldt-Stiftung
- Arbeitskreise der AVK eV
- Bundesministerium für Bildung und Forschung, Projektträger Jülich
- Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, INNOVATIVE WACHSTUMSTRÄGER / INNO-WATT
- DAAD Deutscher Akademischer Austausch Dienst
- DFG Normalverfahren
- DFG Forschergruppen Begutachtung
- DFG Sonderforschungsbereich Begutachtung
- DVS Deutscher Verband für Schweißtechnik, FA11

## Gastwissenschaftler *Guest Scientists*

- M.Sc. Muhammad Amir Khan, Pakistan, 1. Oktober 2006 - 30. September 2010 (gefördert durch den DAAD)
- Dipl.-Ing. Nikolai Voll, Technische Universität Kaiserslautern, 1. November 2007 - 31. August 2010 (gefördert durch DFG-Graduiertenkolleg 814)
- Dipl.-Chem. Ruijuan Zhou, 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)
- M.Sc. Jinhua Jiang, 1. Oktober 2009 - 30. September 2010 (gefördert durch Overseas Graduate Students Program of the China Scholarship Council in Beijing)
- Dr. Chang Li, University of Sydney, School of Aerospace, Mechanical & Mechatronic Engineering, 5. Oktober 2009 - 31. Januar 2010 (gefördert durch die Alexander von Humboldt-Stiftung)
- Dr. Edson Botelho, Department of Materials and Technology, Sao Paulo State University (UNESP), Brasilien, 8. Februar - 2. Oktober 2010 (gefördert durch Fundacao de Amparo à Pesquisa do Estado de Sao Paulo)
- Prof. Martín Gullón, Fachbereich Chemieingenieurwesen, Universität Alicante, Spanien, 10. - 12. Mai 2010 (gefördert durch den DAAD-Freundeskreis)
- Prof. Dr.-Ing. Abdulhakim Almajid, King Saud University, Saudi Arabien, 8. Juli - 22. August und 9. - 12. November 2010 (gefördert durch die King Saud University)
- Dipl.-Ing. Fodor Balázs, 1. September 2010 - 30. September 2011 (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 die Alexander von Humboldt-Stiftung)
- M.Sc. Riccardo Gennaro, 7. September 2010 - 14. Januar 2011 (gefördert durch Università del Salento, Lecce, Italien)
- Dr. Sivakumar Venkatasubramanian, Chemical Engineering Division, Central Leather Research Institute, Chennai, Indien, 12. Oktober - 10. Dezember 2010 (gefördert durch den DAAD)

## Internationale Kooperationen

### *International Cooperations*

- University of Sydney, Australien
- Royal Military Academy, Brüssel, Belgien
- Universität Gent, Belgien
- KUL, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgien
- UCL, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgien
- Sao Paulo State University (UNESP), Brasilien
- Universität Sofia, Bulgarien
- Technische Universität, Sofia, Bulgarien
- Universität für Chemische Technologie und Metallurgie, Sofia, Bulgarien
- Sofia University St. Kliment Ohridski, Bulgarien
- National Center for Nanoscience and Technology, Beijing, China
- Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong, China
- Chinese Academy of Sciences, Lanzhou Institute of Chemical Physics, State Key, Laboratory of Solid Lubrication, Lanzhou, China
- Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Department of Aircraft Engineering, Nanjing, China
- Dong Hua 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
- Metz University/Laboratory of Physics and Mechanics of Materials, Metz, Frankreich
- Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Frankreich
- Commissariat à l'énergie atomique, Paris, Frankreich
- École des Mines, Paris, Frankreich
- Pole de Plasturgie de L'est, Saint Avold, Frankreich
- École des Mines, Saint-Etienne, Frankreich
- National Center for Scientific Research Seminar « DEMOKRITOS », Aghia Paraskevi, Griechenland
- National Technical University of Athens, Griechenland
- University of Ioannina, Griechenland
- University of the Aegean, Mytilene, 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
- Chemical Engineering Division, Central Leather Research Institute, 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
- Centro Ricerche Fiat S.c.p.A., Orbassano, Italien
- 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
- Institut für Materialkunde und Angewandte Mechanik, TU Wroclaw, Polen
- INEGI, instituto de engenharia mecanica e gestao industrial, Matosinhos, Portugal
- Universidade do Minho, Portugal
- King Saud University, 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
- Universidad de Alicante, Spanien
- Universidad Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spanien
- Fundación Labein, Bilbao, Spanien
- Politècnica Cartagena, Spanien
- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Spanien
- Fundación ITMA, Llanera, Spanien
- Universidad Carlos III de Madrid, Spanien
- Universidad de Murcia, Spanien
- Universidad de Oviedo, Spanien
- Universidad de Salamanca, Spanien
- Fundación INASMET, Tecnicalia, San Sebastian, Spanien
- Fundación Fatronik, San Sebastian, Spanien
- Universidad de Santiago de Compostella, Spanien
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Sevilla, Spanien
- Universidad de Sevilla, Spanien
- Asociación de Materiales Plásticos y Conexas, AIMPLAS, 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

## Interne Kolloquien

### *Internal Colloquia*

11.01.2010:

Ga Zhang:

Boundary Friction of PEEK

01.02.2010:

Frank Weiland:

Flexible Preform-Fertigung durch Ultraschall-Binderaktivierung

Liubov Sorochynska:

Application and Properties of Hydrogels

01.03.2010:

Mirja Didi:

Entwicklung eines Punktschweißkopfes zum Induktionsschweißen von Metall/Faser-Kunststoff-Verbunden

Andreas Noll:

Der Einsatz von CNTs für tribologische Aspekte

12.04.2010:

Muhammad Asghar Shahzad:

Entwicklung und Charakterisierung von glasfaserverstärkten in-situ polymerisierenden thermoplastischen Kunststoffen

Henrik Schmidt:

LightGrip: Entwicklung eines CFK-Ausleger-Greifsystems für Bogendruck-maschinen

03.05.2010:

Balázs Fodor:

Kombination von Thermoplast-Spritzguss und Thermoformen kontinuierlich faserverstärkter Thermoplaste für Crashelemente (Spriform)

Zdravka Rasheva:

Die tribologische Charakterisierung von Beschichtungen

07.06.2010:

Klaus Hildebrandt:

Kohlenstoffnanoröhrchen in Organoblechen: Elektrische Leitfähigkeit und Oberflächeneigenschaften

David Scheliga:

Einfluss hoher Belastungsgeschwindigkeiten auf das mechanische Verhalten von nanopartikelverstärkten Thermoplasten (PA, PP)

05.07.2010:

Irene Hassinger:

Nanoorgano - Nanomodifizierte Spinnpolymere

Jörg Blaurock:

Aufgabenstellungen und messtechnische Lösungen im Bereich Crash

06.09.2010:

Matthias Bendler:

ProKomfort - Komforterhöhungen bei Rennrad-Chassis

Andreas Noll:

Tribologische Eigenschaften von CNT-basierten PPS-Compounds

04.10.2010:

Miro Duhovic:

Simulating the Deformation of Textile Structures in Polymer Composite Materials

Jörg Blaurock:

OPTIMESS - Innovatives ressourceneffizientes optisches Messverfahren mit integrierter Verformungsanalyse für Werkstoffuntersuchungen

08.11.2010:

Shaoliang Wang:

Grundlagenforschungen von Structural Health Monitoring für FKV

Michael Magin:

Experimentelle Charakterisierung und analytische Modellierung werkstofflicher Nicht-linearität bei der Ermüdung von FKV

06.12.2010:

Thomas Bayerl:

Induktives Erwärmen von eigenverstärkten Faserkunststoffverbunden

Martin Priebe:

Mechanische Eigenschaften von LFT/EFT-Verbunden





Jahresbericht 2010

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

2010