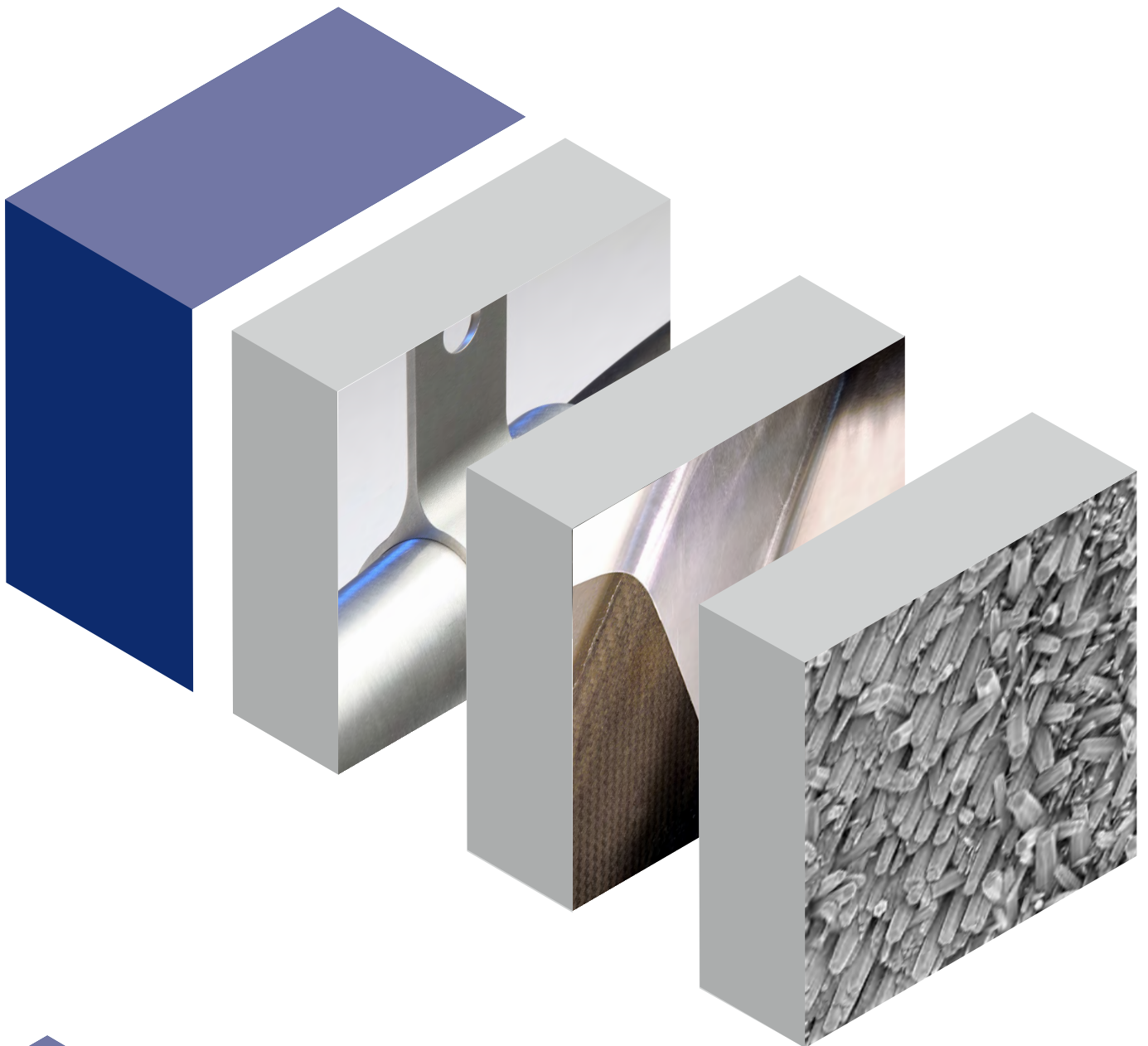




# ILH insight

Forschung im Institut für Leichtbau mit Hybridsystemen

Ausgabe 2013



# Inhalt

02	Vorwort	
03	Institut	
04	Vorstand	
05	Beirat	
06	Eröffnung	
07	Organisation	
08	Ziel	
09	Forschung und Entwicklung	
10	Lehre, Wissens- und Technologietransfer	
11	Daten und Fakten	
12	Methodik	Forschungs- schwerpunkte
15	Werkstoffe und Grenzflächen	
17	Produktionstechnik	
20	Simulationstechnik	
25	Molekulare Adhäsion	ILH Highlights
27	GRIPBLOW - Gasinjektionstechnik für Hybridbauteile	
30	Stahl-CFK-Strukturen	
33	Herstellung von CFK Formteilen	
36	Optimierung additiv gefertigter Strukturen	
38	Coating Materials and Polymers	Arbeitsgruppen
39	Technische und Makromolekulare Chemie	
40	Werkstoff- und Fügetechnik	
41	Umformende und Spanende Fertigungstechnik	
42	Nanostrukturierung, Nanoanalyse und Photonische Materialien	
43	Technische Mechanik	
44	Kunststofftechnik Paderborn (KTP)	
46	Werkstoffkunde	
47	Leichtbau im Automobil	
48	Friction-Spinning Versuchsstand	
49	Promotionen 2012	
50	Anhang	

Liebe Leserinnen und Leser,

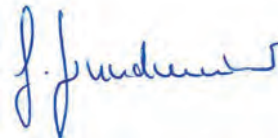
der schonende Umgang mit Ressourcen und die Vermeidung umweltschädlicher Emissionen z. B. in Produktions-, Energiegewinnungs- und Mobilitätsprozessen sind global anerkannte Aufgaben der internationalen Gemeinschaft. In diesem Kontext ist der Leichtbau bewegter Massen einer der führenden Technologietreiber bei Erzeugnissen aus dem Maschinen- und (Energie)Anlagenbau sowie aus dem Fahrzeug- und Flugzeugbau. Eine signifikante Reduzierung des Ressourcen- und Energieverbrauchs ist über den verstärkten Einsatz von Produkten in Leichtbauweise erreichbar. Dabei liegt der Schlüssel zum Leichtbau für Großserien in der Herstellung von belastungsangepassten Strukturen durch energie- und ressourcenschonende Prozesse. Belastungsangepasste und damit beanspruchungsgerechte Konstruktionen lassen sich insbesondere durch die lokale Kombination artverschiedener Werkstoffe, in der sogenannten Hybridbauweise, erzielen. Die Hybridbauweise unterscheidet sich fundamental von etablierten Bauweisen und bringt somit völlig neue Herausforderungen mit sich. Diesen Herausforderungen stellt sich das ILH um neue Technologien zu entwickeln und die durch Kombination von unterschiedlichsten Werkstoffen und Fertigungstechnologien entstehenden Wechselwirkungen über alle Stufen des Produktlebenszyklus zu analysieren und grundlegend zu verstehen. Der Standort Paderborn verfügt über die notwendigen spezifischen Kompetenzen in vielfältigen Bereichen, wie z. B. der Werkstoffkunde, der Produktionstechnik, der Oberflächentechnik, der Simulation und im Bereich der Planung, Entwicklung und Auslegung von Strukturen. Durch den Zusammenschluss und der intensiven Zusammenarbeit von Wissenschaftlern aus den Naturwissenschaften und dem Maschinenbau eröffnet sich uns die Möglichkeit, an der Universität Paderborn eine fokussierende Forschung auf dem Gebiet des Leichtbaus mit Hybridsystemen zu etablieren.

In unserer ersten Ausgabe von *ILH insight* möchten wir Ihnen das neue Institut vorstellen und Ihnen Einblicke in unsere aktuellen und zukünftigen Forschungs- und Technologiethemata gewähren.

Wir wünschen Ihnen eine interessante Lektüre,



Prof. Thomas Tröster (Vorstandsvorsitzender ILH)



Prof. Guido Grundmeier (stellvertr. Vorsitzender)



Vorstand und Geschäftsführung des ILH (v. l.): Prof. Dr. W. Bremser, Dipl.-Ing. T. Marten, Prof. Dr.-Ing. R. Mahnken, Dr. S. Dohmeier-Fischer, Prof. Dr.-Ing. V. Schöppner, Prof. Dr.-Ing. G. Grundmeier, Prof. Dr. T. Tröster, Prof. Dr. J. Lindner, Prof. Dr.-Ing. G. Meschut, Prof. Dr.-Ing. E. Moritzer, Prof. Dr.-Ing. W. Homberg, K. Niggemeier. Unten links: Prof. Dr.-Ing. M. Schaper und J.-U. Walter (Vertr. d. Studierenden ab 10/2013)(Foto: A. Rutenburges)

Die Universität Paderborn hat den Leichtbau als einen strategischen Schwerpunkt in ihren Zielvereinbarungen verankert und nachhaltig durch die Gründung des Instituts für Leichtbau mit Hybridsystemen (ILH) als neue Zentrale Wissenschaftliche Einrichtung ausgebaut.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften arbeiten eng zusammen, um mit innovativen Ideen neue, leichtere Werkstoffsysteme für Bauteile in Hybridbauweisen zu entwickeln. Vor dem Hintergrund endlicher Ressourcen und steigendem Konsum ist das Einsparen von Masse im Automobil- und Anlagenbau von zentraler Bedeutung.

Am ILH sind zehn Arbeitsgruppen aus den Naturwissenschaften Chemie und Physik sowie aus dem Maschinenbau als Vollmitglieder direkt beteiligt, dreizehn Kooperationspartner anderer Departments der Universität Paderborn wirken als assoziierte Mitglieder mit. Dieser interdisziplinäre Forschungsansatz erlaubt die Abbildung der kompletten Prozesskette von Hybridsystemen, angefangen bei der Material- und Werkstoffentwicklung, über Prozesstechnik und Simulation hinweg bis hin zum Recycling.

Bedingt durch den fakultätsübergreifenden Zusammenschluss sind die Laborflächen des ILH aktuell an verschiedenen Standorten auf dem Campus der Universität Paderborn lokalisiert. Durch den Aufbau einer neuen räumlichen Infrastruktur soll sich das aber in Zukunft ändern. Im Zuge der Sanierung von Gebäudekomplexen werden Labor- und Büroflächen der ILH Arbeitsgruppen zusammengezogen, so dass kurze Wege die intensive Kooperation erleichtern und die Vernetzung der Arbeitsgebiete vor dem Hintergrund der Schwerpunktbildung verbessert wird.

Die Schaffung einer gemeinsamen Infrastruktur wird auch den Aufbau verketteter Produktionssysteme ermöglichen, in denen metall- und kunststoffverarbeitende Technologien zusammengeführt werden. Der Aufbau dieser Fertigungsketten wird die effektive Herstellung von kompletten Hybridbauteilen und die Untersuchung der auftretenden Wechselwirkungen zwischen Werkstoffen und Fertigungsprozessen erlauben. Die Labore für die Fertigungsketten werden ergänzt durch Labore zur Werkstoff- und Halbzeugherstellung und -simulation sowie zur Analyse und Charakterisierung von Werkstoffen und Bauteilen. Der weiteren Stärkung der Infrastruktur wird auch die gezielte Beschaffung einer Reihe von Großgeräten dienen, die eine lückenlose Abbildung der Fertigungsketten und eine hervorragende Ausstattung der verschiedenen Labore gewährleisten werden.



[A] Kunststofftechnik / Werkstoffkunde, [B] Werkstoff- und Fügetechnik / Technische Mechanik, [C] Leichtbau im Automobil, [D] Umformtechnik und Spanende Fertigungstechnik, [E] Nanostrukturierung, Nanoanalytik, Photonische Materialien, [F] Technische und Makromolekulare Chemie / Coating Materials & Polymers (Foto Patrick Kleibold, UPb)

# Vorstand

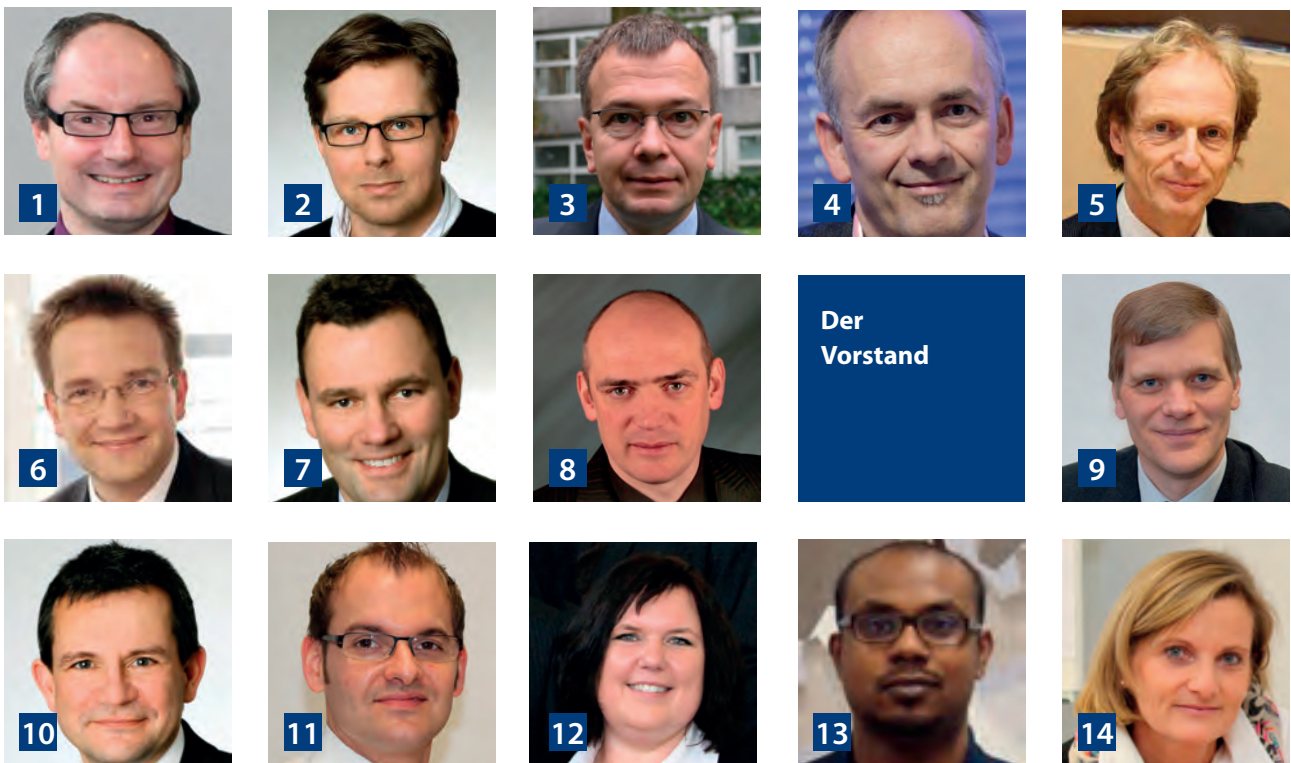
Die Professoren bilden zusammen mit Vertretern bzw. Vertreterinnen der wissenschaftlichen Mitarbeitenden, der weiteren Mitarbeitenden und der Studierenden den Vorstand des Instituts. Die Studierendenvertretung wird von den Fachschaften der am ILH beteiligten Fakultäten gewählt, die Vertreter der wissenschaftlichen und weiteren Mitarbeitenden werden von den jeweils zuständigen Gremien entsandt. Durch die aktive Vorstandsarbeit unterschiedlicher Gruppierungen der Hochschule wird eine produktive Mitwirkung gefördert sowie Transparenz und ein ausgezeichneter Informationsfluss über verschiedene Interessenvertretungen gewährleistet.

Am Institut beteiligte Professoren sind:

- Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Bremser, Coating Materials & Polymers [1]
- Prof. Dr.-Ing. Guido Grundmeier, Technische und Makromolekulare Chemie [2]
- Prof. Dr.-Ing. Werner Homberg, Lehrstuhl für Umformende und Spanende Fertigungstechnik [3]
- Prof. Dr. rer. nat. Jörg Lindner, Nanostrukturierung, Nanoanalytik, Photonische Materialien [4]
- Prof. Dr.-Ing. Rolf Mahnken, Lehrstuhl für Technische Mechanik [5]
- Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut, Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik [6]
- Prof. Dr.-Ing. Elmar Moritzer, Kunststofftechnologie [7]
- Prof. Dr.-Ing. Mirko Schaper, Lehrstuhl für Werkstoffkunde [8]
- Prof. Dr.-Ing. Volker Schöppner, Kunststoffverarbeitung [9]
- Prof. Dr. rer. nat. Thomas Tröster, Leichtbau im Automobil [10]

Weiterführende Informationen zu den Professoren finden Sie ab Seite 38 bei der Vorstellung der Arbeitsgruppen.

Der Vorstand wird durch einen Vorstandsvorsitzenden [10] und einen stellvertretenden Vorsitzenden [2] geleitet und tritt regelmäßig in kurzen Zeitabständen zusammen. Dadurch wird sowohl eine sehr effektive Kommunikation mit regem Wissensaustausch als auch eine schnelle Handlungsfähigkeit möglich. Unterstützt wird die Arbeit des Vorstands von einer Geschäftsführerin [14].

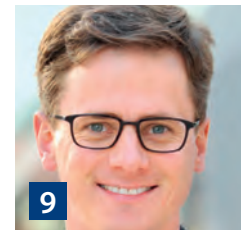
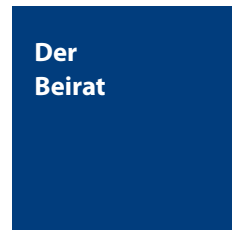
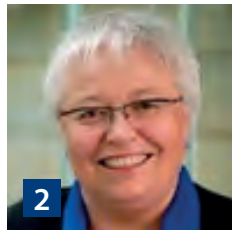


[1] bis [10] s.o., [11] Dipl.-Ing. T. Marten, Vertreter der wissenschaftlichen Mitarbeiter, [12], Karin Niggemeier, Vertreterin der weiteren Mitarbeiter, [13] Prathanna Packiyarajah, Vertreter der Studierenden bis 9/2013, [14] Dr. S. Dohmeier-Fischer, Geschäftsführung.

Dem Vorstand des Instituts steht ein Beirat unterstützend zur Seite. Ihm gehören aktuell 17 Personen aus den Bereichen Industrie, Politik und Wissenschaft an. Zweimal jährlich tagt der Beirat gemeinsam mit dem Vorstand des Instituts. Im Mittelpunkt stehen dabei die strategische Entwicklung und die konkrete Ausgestaltung der Forschung. Zur strategischen Entwicklung zählen beispielsweise auch Neubesetzungen der im Institut angesiedelten Professuren, hier fungiert der Beirat als beratendes Gremium.

- Prof. Dr. M. Antonietti - Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Universität Potsdam [1]
- Frau Sigrid Beer - Mitglied des Landtags NRW [2]
- Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler - Lehrstuhl für Carbon Composites, TU München [3]
- Prof. Dr. Hans Ferkel - Forschung und Entwicklung, ThyssenKrupp Steel Europe [4]
- Prof. Dr.-Ing. Thomas Gries - Lehrstuhl für Textilmaschinenbau, Institut für Textiltechnik, RWTH Aachen [5]
- Herr Robert Heggemann - Heggemann AG [6]
- Dr. Hubert Jäger - Konzernforschung, SGL Carbon GmbH [7]
- Prof. Dr.-Ing. Jürgen Lehold - Konzernforschung, Volkswagen AG [8]
- Dr. Carsten Linnemann - Mitglied des Bundestages [9]
- Prof. Dr.-Ing. Matthias Kleiner - IUL Institut für Umformtechnik und Leichtbau, Technische Universität Dortmund [10]
- Prof. Dr.-Ing. H.-J. Maier - Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover [11]
- Herr Hartwig Meier - LANXESS-Semi-Crystalline Products [12]
- Dr.-Ing. Christian Obermann - Bond-Laminates GmbH [13]
- Prof. Dr.-Ing. Wilfried Rostek - Benteler Automobiltechnik [14]
- Herr Daniel Sieveke - Mitglied des Landtags NRW [15]
- Dr.-Ing. Hans Wobbe - Wobbe Bürkle Partner [16]
- Prof. Dr. Ehrenfried Zschech - Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP) Dresden [17]

Vorsitzender des Beirats ist Prof. Wilfried Rostek [14]. Als seine Stellvertreter stehen ihm Prof. Jürgen Lehold [8] und Prof. Klaus Drechsler [3] zur Seite.



Am 24. Mai 2013 wurde das Institut für Leichtbau mit Hybridsystemen feierlich eröffnet.

Im Anschluss an die konstituierende Beiratssitzung fand im Auditorium maximum mit rund 280 Personen der Festakt zur Eröffnung statt. Über Einhundert externe Gäste aus Industrie und Forschung fanden sich ein, um das neue Institut kennen zu lernen. Der Präsident der Universität Paderborn, Prof. Dr. Nikolaus Risch, begrüßte herzlich alle Anwesenden und erklärte, dass mit der Gründung des ILH ein weiterer Schritt gegangen worden sei, den Leichtbau als zukunftsweisenden Schwerpunkt in Paderborn auszuzeichnen und die weitere Entwicklung von Hybridsystemen als perspektivenreiche Technologie maßgeblich mitzugestalten. Dr. Carsten Linnemann, Mitglied des Bundestages und aktiv im Beirat des ILH, und Dr. Walther Pelzer, Gruppenleiter Klima, Energie- und Ressourceneffizienz, Mobilität und Industrietechnologien, Wissenstransfer im Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, bezeichneten in ihren Ansprachen die Entwicklung an der Universität Paderborn als ausgesprochen positiv und betonten den Leichtbau als ein zentrales Thema, um den großen zukünftigen Herausforderungen z.B. im Bereich des Klimaschutzes effektiv begegnen zu können.

Im Anschluss an die Grußworte präsentierte Prof. Dr.-Ing. Jürgen Lehold, Leiter Konzernforschung der Volkswagen AG, einen abwechslungsreichen Vortrag zum Thema „Leichtbau und Nachhaltigkeit – Ergänzung oder Widerspruch“. Prof. Dr. Ehrenfried Zschech vom Dresdner Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren stellte dem Auditorium interessante Einblicke zum Thema „Partnerschaft zwischen Industrie und Forschungseinrichtungen in Europa auf dem Gebiet neuer Materialien“ vor.

Prof. Dr. Tröster stellte anschließend unter dem Titel „Hybridsysteme für den Leichtbau als interdisziplinäre Herausforderung“ den Gästen das Institut vor. Dabei verdeutlichte er die besonderen Herausforderungen, die sich bei Hybridtechnologien ergeben, bei denen artfremde Werkstoffe zusammengeführt werden. Diese liegen z.B. in der Beschreibung und der Gestaltung der Grenzflächen und in den vielfältigen Wechselwirkungen zwischen den Werkstoffen und den unterschiedlichen Fertigungstechnologien. Dies wirkt sich auf die Materialentwicklung, die Auslegung und Konstruktion von Hybridstrukturen, die zu kombinierenden Fertigungsprozesse, auf Reparatur- und Recyclingkonzepte und damit letztlich auf den gesamten Produktlebenszyklus aus. Entsprechend stellte Prof. Dr. Tröster das ILH als eine Forschungseinrichtung dar, die eine gesamtheitliche und interdisziplinäre Forschung unter Berücksichtigung des gesamten Produktlebenszyklus von Hybridsystemen betreiben wird. Neben der mit der Gründung des Instituts bereits erfolgten organisatorischen Konzentration aller Leichtbauaktivitäten in Paderborn, erfordere dies zukünftig auch eine gemeinsame Infrastruktur, die im Rahmen von Modernisierungsmaßnahmen und der Beschaffung von Großgeräten bereits fest eingeplant sei.



Beirat und Vorstand des ILH am Tag der Eröffnung auf dem Campus der Universität Paderborn.

# Organisation

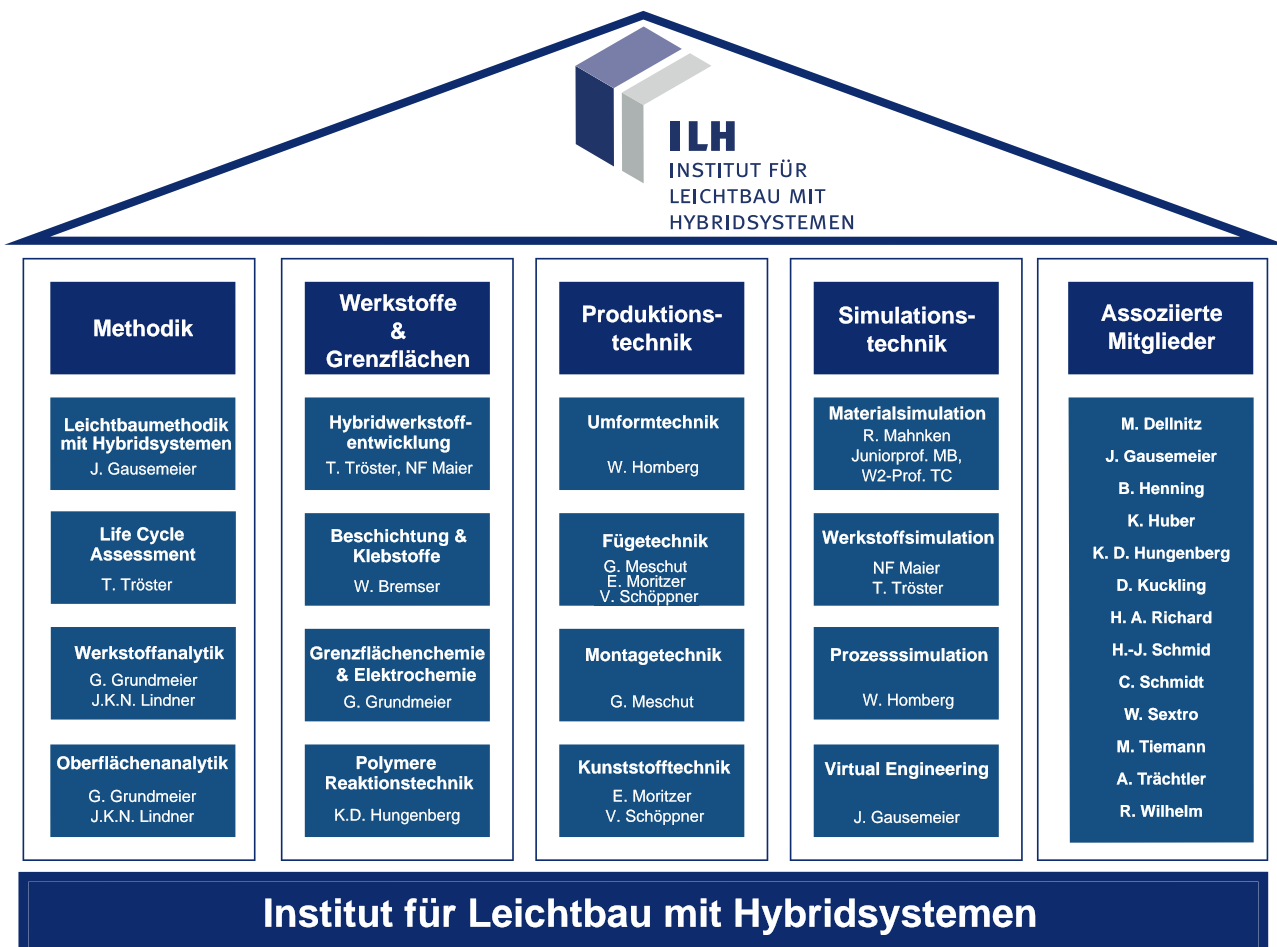
Im Mittelpunkt steht die zentrale Frage nach einem grundlegenden Verständnis der Wechselwirkungen innerhalb des Produktlebenszyklus von Hybridsystemen. Das spiegelt sich in der Forschungsprogrammatrik wider, in der vier Forschungsfelder definiert sind:

- Methodik
- Werkstoffe und Grenzflächen
- Produktionstechnik
- Simulationstechnik

Innerhalb dieser Forschungsfelder werden Fachgebiete wie z. B die Werkstoffanalytik, Beschichtungen und Klebstoffe, Kunststofftechnik oder Prozesssimulation den Mitgliedern im ILH zugeordnet (s. Abbildung unten).

Die maßgeblich beteiligten Wissenschaftler stammen aus dem Maschinenbau und den Naturwissenschaften. Sie sind für die Kohärenz der Forschungsprogrammatrik verantwortlich. Die Interdisziplinarität der Forschungsprogrammatrik zeigt sich auch in der Wahl von zwei Vorsitzenden des ILH aus den beiden beteiligten Fakultäten (aktuell Prof. Dr. Tröster und Prof. Dr.-Ing. Grundmeier). Darüber hinaus sind aber auch weitere Disziplinen durch Wissenschaftler/-innen aus der Mathematik oder der Elektrotechnik als assoziierte Mitglieder aktiv eingebunden.

Eine zukünftige Stärkung in Richtung der Forschungsprogrammatrik wird durch gezielte Neubesetzungen verschiedener Professuren wie z.B. aktuell einer W2-Professur in der Technischen Chemie (Simulation von Prozessen und Strukturen an Grenzflächen) erfolgen. Insgesamt steht in Paderborn damit eine kritische Masse an Methoden- und Gerätekompetenzen zur Verfügung, die es erlaubt, eine disziplinübergreifende und grundlagenorientierte Forschung an Hybridsystemen durchzuführen.



Übersicht über die Forschungsfelder, deren Unterteilung und die Zuordnung der Fachgebiete



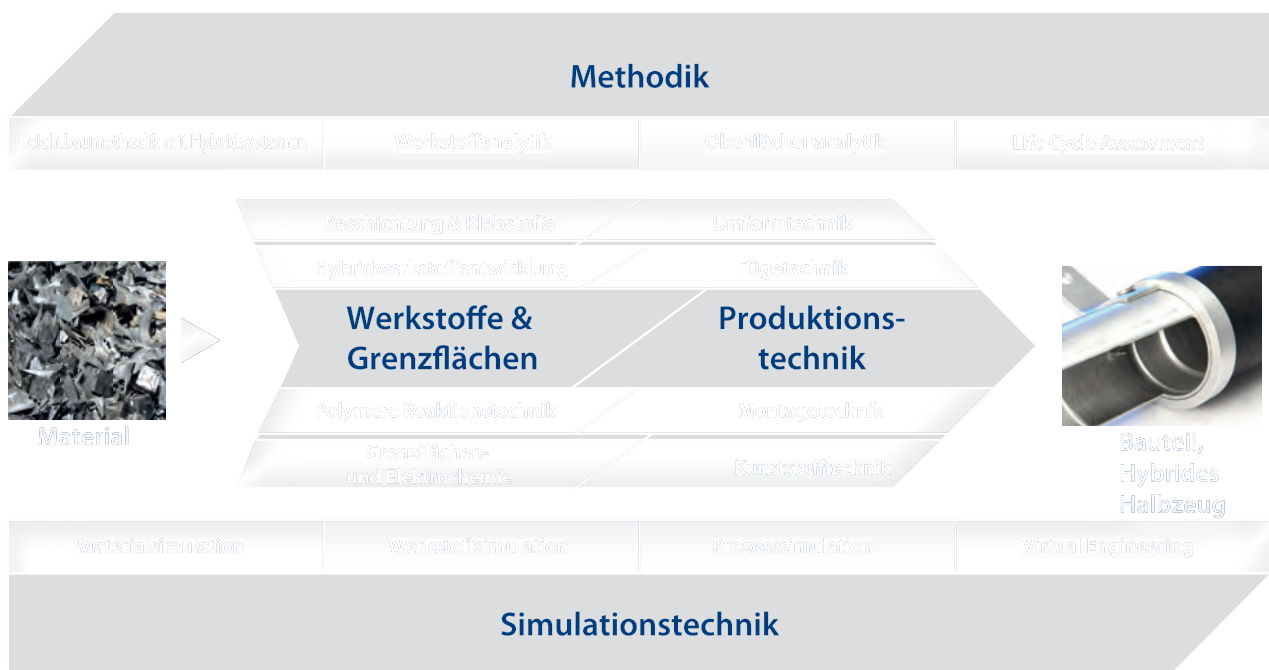
# Ziel

Übergeordnetes Ziel des ILH ist es, wissenschaftliche Grundlagen für den effizienten Extremleichtbau auch für breite Anwendungen zu schaffen. Dieser Extremleichtbau basiert auf energie- und ressourcenschonenden Prozessen zur Herstellung von belastungsangepassten und damit beanspruchungsgerechten Strukturen. Die Belastungsanpassung ist erforderlich, um eine optimale Materialausnutzung und damit einen Extremleichtbau zu erzielen, der aus heutiger Sicht Massereduktionen von bis zu 50 % ermöglichen kann. Im Vergleich zu aktuellen Mischbauweisen müssen dazu neue Konzepte entwickelt werden, die viel weitergehende lokale Eigenschaftsvariationen ermöglichen. Das bedeutet, dass nicht nur die Eigenschaften eines Werkstoffs, sondern auch die artverschiedenen Werkstoffe selbst lokal variabel kombiniert werden, so dass ein Übergang zur Hybridbauweise erfolgt. Diese lokale Kombination von Werkstoffen führt zu neuen Prozessketten, deren Bestandteile und Elemente örtlich wie zeitlich eng vernetzt sein müssen. Da als weiteres wesentliches Kriterium die Effizienz der Prozesse über deren Umsetzbarkeit entscheidet, sollen energie- und ressourcenschonende Prozesse erforscht und Hybridsysteme ganzheitlich qualifiziert werden. Unter Hybridsystem wird dabei eine Hybridbauweise mit einem Multi-Material-Ansatz verstanden, bei dem das grundlegende Zusammenwirken von Entwicklung, Produktion, Nutzung und Wiederverwertung berücksichtigt wird.

Im ILH wird der gesamte Produktlebenszyklus von Hybridsystemen betrachtet. Dieser erstreckt sich von der strategischen Produktplanung über die Produkt- und Produktionssystementwicklung, die Produktion und den Betrieb bis zu Reparatur- und Recyclingkonzepten.

Generell erfordert die Lösung der speziellen Probleme bei Hochleistungshybriden eine skalenübergreifende Material- und Grenzphasengestaltung sowie die Entwicklung kompatibler Werkstoffe. Dies wird durch eine enge Verzahnung des Maschinenbaus mit den Naturwissenschaften Chemie und Physik ermöglicht. Dadurch können Effekte sowohl auf makroskopischer Ebene, als auch auf molekularer Basis erklärt und genutzt werden.

Eine wesentliche Rolle im ILH spielt die Entwicklung einer übergeordneten Methodik für den Leichtbau mit Hybridsystemen, die alle Aspekte des Produktlebenszyklus umfasst. Das erarbeitete Wissen wird aufbereitet und fachgebietsübergreifend verfügbar gemacht. Dieses Instrumentarium dient der systematischen Planung und Entwicklung von Hybridstrukturen sowie der entsprechenden Produktionssysteme.

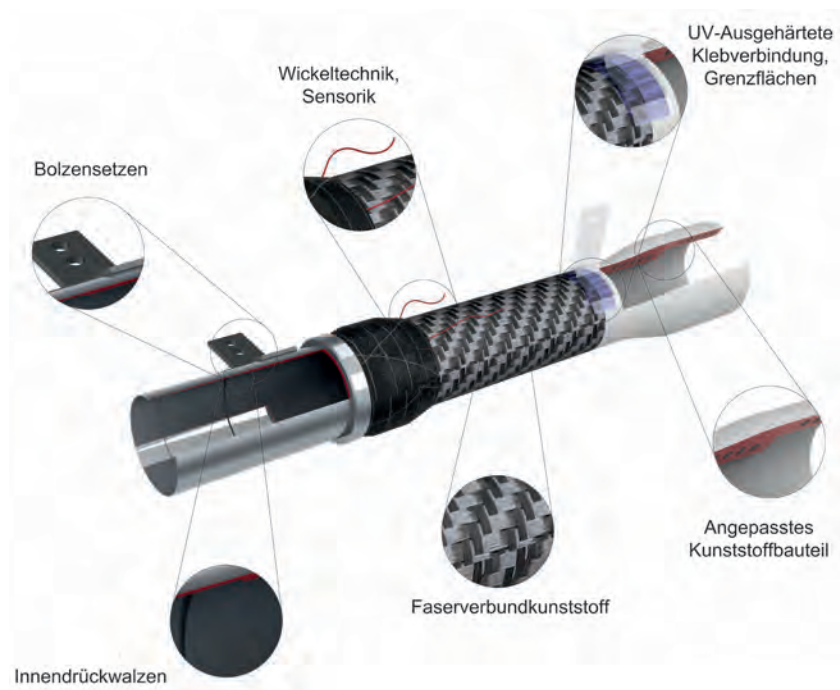


Die Prozesskette vom Material zum Bauteil unter Berücksichtigung der Forschungsschwerpunkte und Fachgebiete. Die Bereiche Werkstoffe & Grenzflächen und Produktionstechnik sind eng miteinander verzahnt. Methodik und Simulationstechnik sind übergreifend und begleiten den gesamten Prozess.

Die Hybridbauweise erfordert eine neue Vorgehensweise, bei der die jeweiligen Fertigungstechnologien der verschiedenen Werkstoffe zu verketteten Prozessen zusammengeführt werden. Dabei muss aufgrund der komplexen Wechselwirkungen eine ganzheitliche und interdisziplinäre Betrachtung des Produktlebenszyklus erfolgen, die von Beginn an durch die mit zu entwickelnde Leichtbau-Methodik unterstützt wird. Für die Forschung im ILH können damit konkret folgende Merkmale herausgearbeitet werden:

- Ganzheitliche Betrachtung durch Einbindung verschiedener Fachdisziplinen.
- Konsequenter Einsatz der Hybridbauweise: Es wird nicht werkstoffspezifisch, sondern verbundspezifisch entworfen und konstruiert. In Hybridstrukturen lassen sich kostenintensive Hochleistungswerkstoffe lokal gezielt einsetzen. Damit können extrem leichte und gleichzeitig effiziente Strukturen hergestellt werden.
- Analyse von Wirkungen und Wechselwirkungen der Einzelprozesse in den kombinierten Prozessketten durch experimentelle (z. B. zeitlich und örtlich hochauflösende optische Deformationsmessungen, Grenzflächenanalyse auf molekularer Ebene) und theoretische Methoden (z. B. spezielle Mehrskalenmodellierungen).
- Synthese von planerischen, werkstoffkundlichen und produktionstechnologischen Einzellösungen für Prozessstufen zu einer wissenschaftsgebiets- und skalenübergreifenden Gesamtlösung, was eine interdisziplinäre Herangehensweise erfordert.
- Entwicklung von Simulations- und Optimierungsmethoden zur Auslegung von Fertigungsketten, Einzelprozessen und Leichtbaustrukturen (z. B. Mehrskalenansätze in der Modellierung, Mehrzieloptimierungsverfahren) sowie experimentelle Validierung der Modelle.

Ein Beispiel für die Hybridbauweise zeigt die folgende Abbildung eines Hybridträgers. Bei diesem Technologiedemonstrator werden mit Kohlenstofffasern verstärkte duroplastische Epoxidharze, mit Kurzglasfasern verstärkte Thermoplaste sowie hochfeste Aluminium- und Stahllegierungen verwendet. In Verbindung mit speziellen Produktionstechnologien, wie z. B. einer partiellen Wärmebehandlung, dem Innendrückwalzen und speziellen Füge-technologien, kann der Träger optimal an lokal sehr unterschiedliche Beanspruchungen mit hoher Funktionsintegration angepasst werden. Aufgrund der unterschiedlichen, lokal kombinierten Werkstoffe spielen insbesondere die Grenzflächen zwischen den Werkstoffen eine entscheidende Rolle (z. B. bei Haftungseigenschaften, Korrosionsmechanismen).



An der Universität Paderborn entwickelter und hergestellter Hybridträger

Nähere Einblicke in die Forschung am ILH erhalten Sie ab Seite 24. Hier werden Ihnen mit den Highlights herausragende Arbeiten und Projekte vorgestellt.

## LEHRE

Absolventen mit fachübergreifendem Wissen und Erfahrungen im Bereich innovativer Technologien sind essentiell für die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie, die hochqualifizierte Mitarbeiter mit Begeisterungsfähigkeit und Verantwortungsbewusstsein benötigt. Durch die Integration von Forschungsergebnissen in die entsprechenden Studienrichtungen der Naturwissenschaften und des Maschinenbaus aus dem Gebiet des Leichtbaus mit Hybridsystemen und ihrer Herstell- und Verarbeitungsprozesse trägt das ILH seinen Beitrag zur Ausbildung qualifizierter Forscher und Nachwuchskräfte bei. Im Rahmen einschlägiger Abschlussarbeiten in den verschiedenen Arbeitsgruppen des ILH haben Studierende die Möglichkeit ihre Kenntnisse gezielt anzuwenden, die sie sich im Verlauf des Studiums z. B. durch Projektseminare oder die Belegung spezieller Wahlpflichtmodule angeeignet haben.

Der zum Wintersemester 2010 gestartete und inzwischen auch zum Masterstudiengang ausgebauten Studiengang Chemieingenieurwesen CIW bietet unter anderem die Vertiefungsrichtungen Nanotechnologie und Polymertechnologie an, in denen beispielsweise Wahlpflichtmodule wie „Nanotechnologie: Materialien & Produkte“ oder „Kunststofftechnik: Verfahren“ gewählt werden können. Diese Module decken Inhalte des Schwerpunkts Werkstoffe und Grenzflächen des Instituts ab.

## WISSENS- UND TECHNOLOGIETRANSFER

Durch die intensive fakultätsübergreifende Zusammenarbeit und die dadurch weit gefächerten Kompetenzen ist das ILH ein attraktiver Ansprechpartner für die regionale und überregionale Industrie. Hier schafft das Institut den Rahmen, die geeigneten Fachleute der verschiedenen Forschungsgebiete zusammen zu bringen und ganzheitliche Lösungen im Bereich von Hybrid- und Multimaterialbauweisen anzubieten. Mit Hilfe der hochwertigen apparativen Ausstattung auf verschiedensten Kompetenzfeldern bieten sich zahlreiche Möglichkeiten innovative Produkte zu entwickeln, zu prüfen oder zu analysieren. Das wesentliche Ziel des ILH, der Technologietransfer, wird dabei durch die Entwicklung verschiedener methodischer Ansätze und dem Aufbau von Wissensdatenbanken unterstützt.



Mitarbeiter der Fakultäten für Naturwissenschaften und für Maschinenbau berichten und diskutieren über aktuelle Forschungsergebnisse

Das Institut für Leichtbau mit Hybridsystemen etabliert als Zentrale Wissenschaftliche Einrichtung der Universität den Leichtbau als strategischen Schwerpunkt in Paderborn. Mit dem Anspruch Hybridwerkstoffe und Fertigungstechnologien für einen bezahlbaren Leichtbau zu entwickeln, strebt das ILH an, auf dem Gebiet des hybriden Leichtbaus einen wesentlichen und sichtbaren Baustein in der nationalen und internationalen Forschungslandschaft zu bilden sowie ein strategischer Partner der Industrie zu werden. Einen wesentlichen Beitrag leistet dabei die Finanzierung konkreter Forschungsvorhaben aus Mitteln öffentlicher Forschungsförderungen und der Wirtschaft, den sogenannten Drittmitteln.

## DRITTMITTEL

Im Säulendiagramm unten ist die Summe aller Drittmittel der am ILH beteiligten Arbeitsgruppen für das Jahr 2012 dargestellt. Hierbei ist nicht berücksichtigt, wie groß der Anteil der Leichtbauaktivitäten der einzelnen Arbeitsgruppen ist. Die Drittmittel sind aufgeschlüsselt nach Mitteln der EU, des Bundes, des Landes NRW, der DFG und sonstige Mittel. Für Forschungsvorhaben aller Bereiche haben die Arbeitsgruppen des ILH im Jahr 2012 Drittmittel in Höhe von über 6,3 Millionen Euro verausgabt.

## MITARBEITER

Gegründet wurde das ILH im Oktober 2012 mit zunächst neun Arbeitsgruppen der Universität Paderborn. Als weiteres Mitglied konnte im Sommer 2013 Prof. Mirko Schaper gewonnen werden, der als Leiter des Lehrstuhls für Werkstoffkunde die Nachfolge von Prof. Maier antrat.

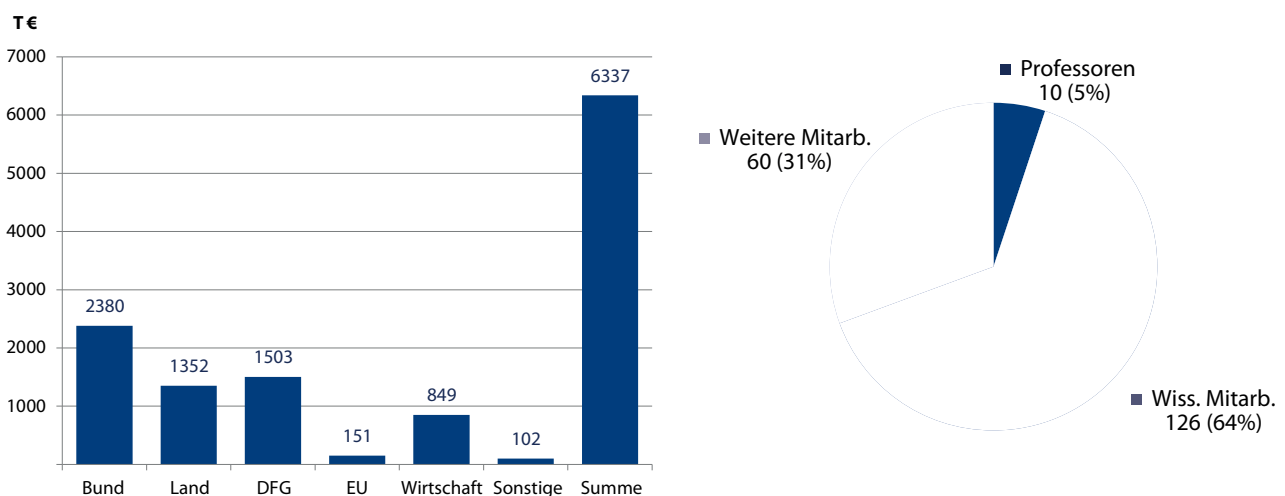
In den zehn Arbeitsgruppen sind 196 Personen beschäftigt, darunter zehn Professoren, 126 wissenschaftliche Mitarbeitende und 60 weitere Mitarbeitende.

## PROMOTIONEN

In den Arbeitsgruppen wurden im Jahr 2012 sieben Mitarbeiter und fünf Mitarbeiterinnen promoviert (siehe auch Seite 49).

## PREISE/AUSZEICHNUNGEN

- „WAK-Preis“ an Christopher Budde: Christopher Budde erhielt den WAK-Preis für herausragende Leistungen auf dem Gebiet „neue Verfahren und Techniken bei der Verarbeitung von Kunststoffen“. 11. Oktober 2012, Erlangen, Deutschland.
- REHAU Preis Technik an Stefan Seidel: Stefan Seidel erhielt den REHAU Preis Technik (3. Platz) für herausragende Leistungen auf dem Gebiet „Verarbeitungsprozesse der Kunststofftechnologie“. 05. Dezember 2012, Rehau, Deutschland.
- InnoMateria Award 2013 an Dipl.-Ing. Thorsten Marten: Thorsten Marten (LiA) erhielt den InnoMateria Award 2013 (3. Platz) für herausragende Leistungen auf dem Gebiet der Erforschung von innovativen Werkstoffen. 15.05.2013, Köln, Deutschland.



Drittmittel (Jahr 2012) und Mitarbeitende (Stand August 2013) des ILH

## LEICHTBAUMETHODIK

Hybride Leichtbaustrukturen mit fertigungsinduzierten und lokal variierenden Materialeigenschaften steigern die Gestaltungsfreiheiten bei der Leichtbaukonstruktion. Insbesondere prägen die Wechselwirkungen zwischen den geforderten Produkteigenschaften, den Werkstoffkombinationen und der Produktionstechnik die Entwicklung und Herstellung von hybriden Leichtbaustrukturen. Beispielsweise schränkt die Auswahl der zu verwendenden Werkstoffe die möglichen Fügeverfahren ein und nimmt somit Einfluss auf den gesamten Produktlebenszyklus. Des Weiteren gilt es die Aspekte Energieeffizienz und Ressourceneinsatz zu berücksichtigen. Die Nutzenpotentiale hybrider Leichtbauansätze lassen sich nur durch eine ganzheitliche Betrachtung der beschriebenen Aspekte über den gesamten Produktlebenszyklus sowie ein methodisches Vorgehen bei der Produkt- und Produktionssystementwicklung erschließen.

Der Produktentstehungsprozess erstreckt sich von der strategischen Produkt- und Technologieplanung über die Produkt- und Produktionssystementwicklung bis zum Serienanlauf. Hierfür wird eine Methodik erarbeitet, die es ermöglicht, belastungsangepasste hybride Leichtbaustrukturen und die zugehörigen Produktionssysteme systematisch und integrativ zu entwickeln. Integrativ bedeutet hierbei, dass die Konzipierung von hybrider Leichtbaustruktur und Produktionssystem im engen Wechselspiel erfolgt. Die Methodik umfasst eine Modellierungstechnik zur Erstellung von Modellen der Produkt- und Produktionssystemkonzeption, ein Vorgehensmodell, Methoden zur

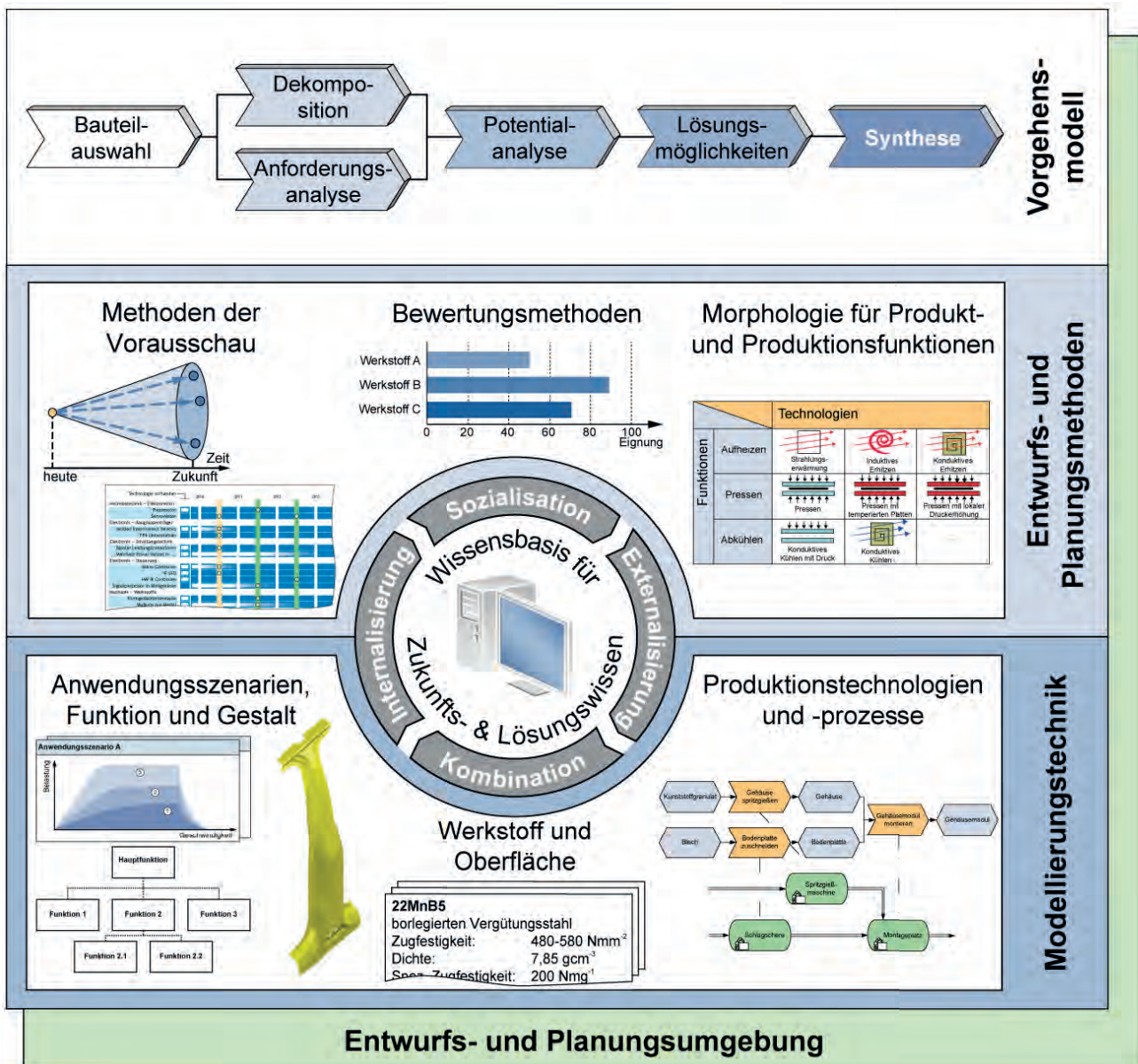


Bild 1 Komponenten der Methodik für die Produktentstehung hybrider Leichtbaustrukturen; die Methodik wird durch eine Entwurfs- und Planungsumgebung unterstützt.

Vorausschau, Planung und Analyse der Konzeptionen, ein wissensbasiertes System zur Speicherung und Nutzung von Zukunfts- und Lösungswissen sowie eine Entwurfs- und Planungsumgebung (Bild 1). Die Entwurfs- und Planungsumgebung unterstützt den Planer z.B. bei der Synthese von Fertigungsprozessketten und der Anpassung der Produktionssystemkonzeption bei Änderungen der hybriden Leichtbaustruktur. Die Basis dafür bilden spezifische Wechselwirkungen zwischen Produkt und Produktionssystem (z.B. Materialauswahl – Produktgestalt – Fertigungsfunktion – Fertigungstechnologie – Betriebsmittel) sowie Lösungs-, Erfahrungs- und Zukunftswissen (z.B. Bearbeitungszeiten, Lern- und Optimierungsraten).

## VORGEHENSMODELL

Das Vorgehensmodell beschreibt die notwendigen Tätigkeiten des Entstehungsprozesses hybrider Leichtbaustrukturen. Hierzu werden die Forschungsfelder des ILH analysiert und die Tätigkeiten bei der Entstehung hybrider Leichtbaustrukturen identifiziert. Diese werden als allgemeingültige Prozessschritte beschrieben und zu generischen Prozessbausteinen kombiniert, die zu spezifischen Produktentstehungsprozessen synthetisiert werden. Der Vorgang wird durch Mechanismen zur Auswahl und Kombination entsprechender Bausteine unterstützt.

## ENTWURFS- UND PLANUNGSMETHODEN

Entwurfs- und Planungsmethoden unterstützen den Prozess der Produktentstehung. Hierzu werden Methoden der Vorausschau (z.B. Szenario-Technik, Trendanalyse) verwendet, um den Produktlebenszyklus zu antizipieren und Anforderungen von morgen an die Erzeugnisse und Produkte zu ermitteln. Darauf aufbauend werden geeignete Kombinationen von Werkstoffen, Oberflächeneigenschaften sowie Fertigungs- und Fügetechniken mittels einer mehrdimensionalen Morphologie von Produkt- und Produktionsfunktionen sowie möglicher Lösungsmuster ermittelt. Bewertungsmethoden stellen die frühzeitige Analyse der Leichtbaustrukturen und der zugehörigen Produktionssysteme sicher. Beispiele sind die Bewertung der Robustheit oder der Lebenszykluskosten.

## MODELLIERUNGSTECHNIK

Die Modellierungstechnik ermöglicht die integrative Erstellung des Produkt- und Produktionssystemmodells, das die in der Konzipierung relevanten Aspekte (z.B. Anwendungsszenarien, Anforderungen, Funktionen, Gestalt, Produktionsprozess oder Betriebsmittel) abbildet und frühzeitige Analysen (z.B. bzgl. Ausbringungsmengen, Produktionskosten, Durchlaufzeiten) erlaubt. Die fachdisziplinübergreifende Beschreibung von Produkt und Produktionssystem bildet die Grundlage für die Kommunikation und die Zusammenarbeit der beteiligten Fachleute. Ferner ermöglicht sie die Sicherung der Modellkonsistenz zwischen der Produktentwicklung hybrider Leichtbaustrukturen sowie der zugehörigen Produktionssystementwicklung in horizontaler (Modellkonsistenz über die Fachdisziplinen) und vertikaler Richtung (zu den fachdisziplinspezifischen Modellen im Zuge der Konkretisierung). Die Modellierungstechnik besteht aus einer Modellierungssprache und Handlungsanweisungen für die Produktionssystemkonzipierung hybrider Leichtbaustrukturen. Die Modellierungssprache ermöglicht die intuitiv verständliche Beschreibung von Produktionssystemkonzeptionen und dient als Grundlage für die integrative Entwicklung. Die Modellierung erfolgt zunächst in mehreren rechnerinternen Partialmodellen, die unterschiedliche Aspekte des Systems beschreiben (Bild 2). Diese stehen zueinander in Beziehung und bilden ein konsistentes Modell. Die Handlungsanweisungen beschreiben, wie unter Verwendung der Modellierungssprache ein Modell der Produkt- und Produktionssystemkonzeption zu erstellen ist. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Modelle von Dritten verstanden und gleichermaßen interpretiert werden.

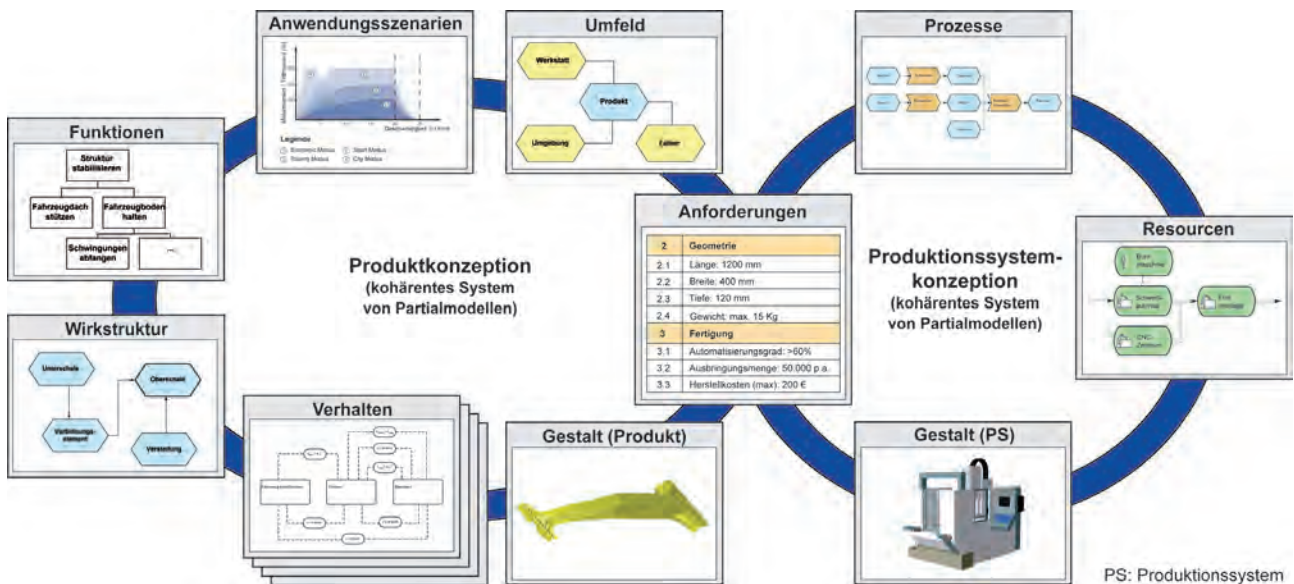


Bild 2 Aspekte zur integrativen Beschreibung von Produkt und Produktionssystem

## WISSENSBASIS

Zukunftswissen (Trends und Szenarien) sowie Lösungswissen (etablierte Prozessbausteine und Lösungsmuster) sind in der Wissensbasis formalisiert abgelegt. Lösungsmuster beschreiben abstrakt und anwendungsunabhängig bewährte Lösungen für wiederkehrende Probleme. Das im ILH gewonnene Lösungswissen ist in Lösungsmustern aufbereitet. Diese werden in die Bereiche „Lösungsmuster des Leichtbaus“ und „Lösungsmuster der Produktionstechnik“ unterschieden. Lösungsmuster des Leichtbaus enthalten das Wirkprinzip, Informationen zur Produktgestalt und werden durch Simulationsmodelle und Konstruktionsrichtlinien ergänzt. Fertigungsrelevante Aspekte sind in Lösungsmustern der Produktionstechnik beschrieben. Diese beinhalten produktionstechnische Informationen, werkstoffspezifische sowie strategische Aspekte (z.B. Technologiereife, Verfügbarkeit). Sie enthalten ebenfalls Simulationsmodelle und Richtlinien zur fertigungs- und montagegerechten Gestaltung. Gemäß des SECI-Modells (Socialisation, Externalisation, Combination und Internalisation) wird neues Wissen durch die kontinuierliche Transformation und Kombination von implizit vorhandenem und explizit dokumentiertem Wissen erzeugt.

## ENTWURFS- UND PLANUNGSUMGEBUNG

Die Entwurfs- und Planungsumgebung unterstützt den Produktentstehungsprozess und koordiniert die Arbeit der beteiligten Fachleute (z.B. mittels eines Workflowmanagements) und den Einsatz der IT-Werkzeuge, die die rechnerunterstützte Anwendung der Methodik ermöglichen. Hierzu wird das Vorgehensmodell sowie die Bereiche Entwurfs- und Planungsmethoden, Modellierungstechnik und Wissensbasis rechnerintern abgebildet. Eine Wissensbasis speichert das Zukunfts- und Lösungswissen in einer Datenbank. Dieses Wissen ist mittels einer Ontologie verknüpft, welche die Suche nach geeigneten Kombinationen von Leichtbauprinzipien und Produktionstechniken zur Erfüllung der gestellten Anforderungen unterstützt. Die Entwurfs- und Planungsumgebung ermöglicht durch die konsequente Unterstützung der Fachleute eine effiziente Arbeitsweise und führt somit zu einer effizienten Entwicklung von hybriden Leichtbaustrukturen.

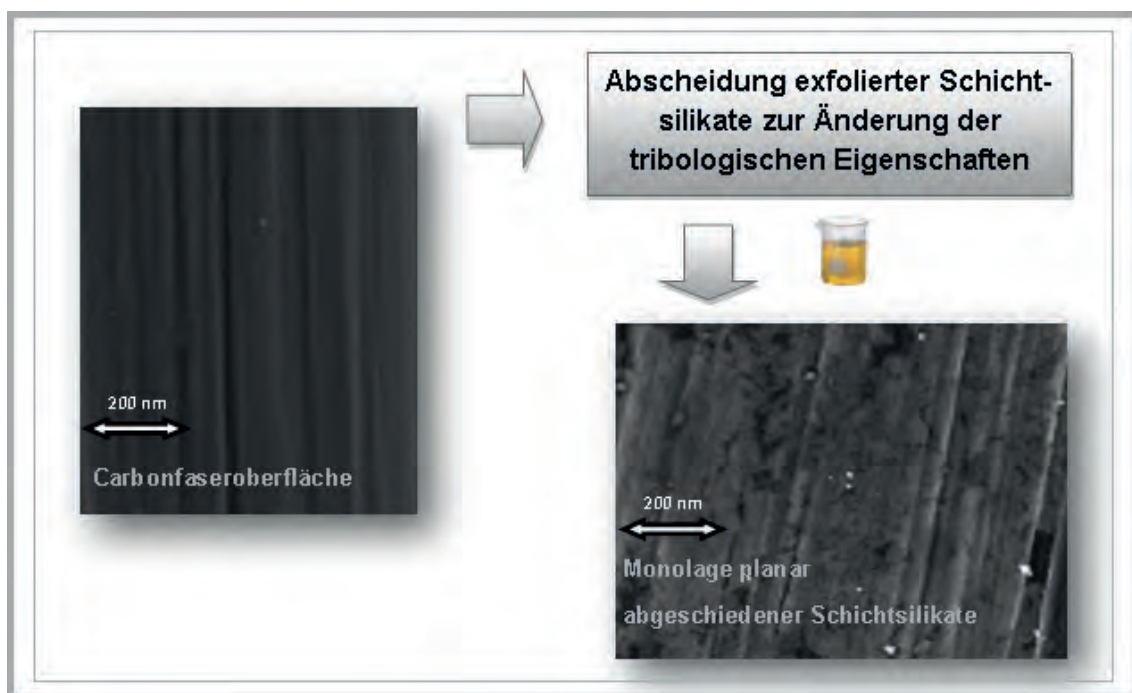
In Hybridstrukturen erfüllen die eingesetzten artverschiedenen Werkstoffe spezifische Aufgaben. So können in der Kombination Warmformstahl, kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) und Aluminium, Stahl und CFK für höchste Festigkeit, CFK und Aluminium für hohe Energieaufnahme sowie Stahl und Aluminium für gute Verformbarkeit sorgen.

Entsprechend beschäftigt sich das ILH mit metallischen und polymeren Hochleistungswerkstoffen, welche die Bestandteile der Hybridsysteme bilden. Diese Werkstoffe sind dadurch gekennzeichnet, dass sie in ihrer jeweiligen Klasse herausragende Eigenschaften aufweisen, wie z. B. eine besonders hohe spezifische Festigkeit oder Energieabsorption im Crash-Fall. Im Hinblick auf die Zielsetzung des ILH ist es hierbei wichtig, dass kostenintensive Werkstoffe gezielt belastungsangepasst zur lokalen Bauteiloptimierung eingesetzt werden. Hierbei sind sowohl die optimale Lasteinleitung als auch die Fügbarkeit zentrale übergreifende Fragestellungen.

Ein wesentlicher Aspekt ist die Entwicklung neuer Werkstoffe, die im ILH auf den Hybridverbund ausgerichtet ist. Dazu sind die Eigenschaften der neuen Werkstoffe aufeinander abzustimmen. Für den Erfolg der Hybridsysteme in der Anwendung ist es darüber hinaus notwendig, die Grenzflächen zwischen den verschiedenen Hochleistungswerkstoffen gezielt beeinflussen zu können. Daher ist das Forschungsfeld „Hochleistungswerkstoffe“ eng mit dem Forschungsfeld „Grenzflächen“ verknüpft. Im ILH wird diesen Punkten Rechnung getragen, indem bewusst unterschiedliche Kompetenzen aus den Domänen Maschinenbau und Naturwissenschaften zusammengeführt werden.

Die Forschung an den Hochleistungswerkstoffen im ILH adressiert das Materialverhalten auf verschiedenen Größenskalen. Makroskopisch zeigen z. B. Kunststoffe bei der Umformung ein verformungsinduziertes anisotropes Materialverhalten. In anderen Fällen ist das Verhalten auf der Mikroskala maßgebend, wie beim Aushärten von Prepregs oder bei der Verformung von Stahl. Ausgehend von mehrskaligen Werkstoffkonzepten werden im ILH Werkstoffe gezielt weiter- und neu entwickelt. Insbesondere werden hier erstmalig Legierungs- oder Gefügekonzeppte derart entwickelt, dass die Werkstoffe spezifisch an die Prozesse zur Erzeugung lokaler Eigenschaften (z. B. lokale thermische Behandlungen zur partiellen Festigkeitssteigerung) und die Verwendung in hybriden Strukturen angepasst werden (Arbeitsgruppen Schaper, Moritzer).

Bei den Metallen liegt der Fokus auf höchst- bis ultrahochfesten Legierungen aus dem Stahl- (z. B. presshärtbare, ultrafeinkörnige Stähle) und Aluminiumbereich (z. B. 7000er Legierungen). Ein konkretes Ziel bei der Stahlientwicklung ist die definierte lokale Einstellung von Gefügen von presshärtbaren Stählen durch die Kombination einer Legierungsanpassung und einer gezielten Führung des Umformprozesses (Arbeitsgruppen Homberg, Schaper, Tröster). Neben der Einstellung von Übergangsbereichen zwischen verschiedenen Werkstoffzuständen muss gleichzeitig die Fügbarkeit aufgrund prozessbedingter Eigenschaftsänderungen berücksichtigt werden (Arbeitsgruppe Meschut).



Funktionalisierung von Faseroberflächen



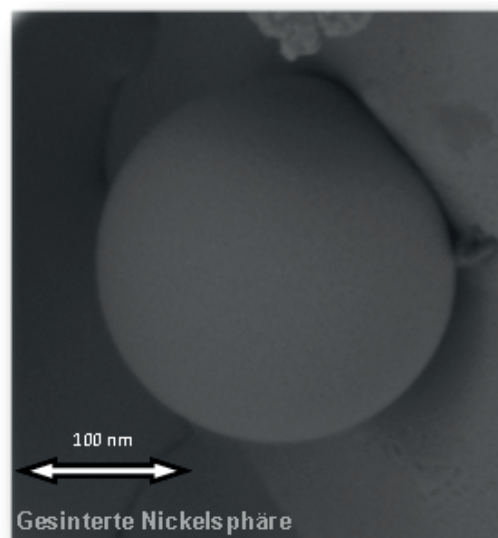
Im Bereich der Metalle bestehen Erfahrungen bei der Entwicklung höchstfester presshärter Stähle (AG Tröster). Hier existieren sowohl internationale Patente als auch laufende Projekte. Die Formulierung neuer Legierungskonzepte erfolgt aktuell bereits unter Verwendung von Simulationsprogrammen. Die Entwicklung neuer Konzepte und die Herstellung neuer Legierungen erfolgt in Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf und Forschungsabteilungen von Stahlherstellern wie z. B. mit ThyssenKrupp Steel Europe.

Im Bereich der technischen Kunststoffe stehen faserverstärkte Kunststoffe (FVK) mit duroplastischen Matrixsystemen und verschiedenste Verstärkungsfasern im Fokus (Bremser, Grundmeier, Kuckling, Moritzer). Diese sind noch deutlich weiter von Großserienanwendungen entfernt als z.B. thermoplastische Systeme, so dass eine langfristig angelegte Grundlagenforschung erforderlich ist.

Besonderer Fokus liegt auf der faserseitigen Modellierung der Grenzfläche zwischen Faser und Matrix in Verbundwerkstoffen. Durch das Einbringen von anisometrischen, nanostrukturierten Partikeln wie z.B. Schichtsilikaten werden strukturierende Beschichtungen auf der Faser erzeugt.

Das Etablieren von Schichten nanoskalierter Silikate auf der Faseroberfläche bildet einen energiedissipierenden Layer in der Grenzfläche. Mit dieser Funktionalisierung lassen sich die Adhäsionsprozesse zwischen Faser und Matrix definiert beeinflussen.

Weitere Modifikationen an Faseroberflächen werden mit kaltplasma-basierenden Beschichtungen realisiert. Ein Ansatz ist die Magnetisierung von Fasern durch nanoskalierte Nickelpartikel, um die Faserorientierung im Harz während der Konfektionierung zu erleichtern. Die entsprechenden Dotierungen mit weiteren Materialien ermöglichen z. B. eine gezielte induktive Erwärmung der Faser oder bilden die Grundlage für zerstörungsfreie Schadensdiagnosesystemen von Verbundwerkstoffen.



Funktionalisierender Partikel

Im Bereich der Fasertechnologien bestehen enge Kooperationen mit dem ITA der RWTH Aachen und dem LCC der TU München. Mit dem ITA werden bereits gemeinsame Projekte durchgeführt, in denen beispielsweise beanspruchungsangepasste, dreidimensionale Verstärkungsgewebe für FVK untersucht werden. Insbesondere die Kooperation mit dem LCC führt zu erheblichen Synergien im Bereich kohlenstofffaserverstärkter Kunststoffe durch die Anbindung an den Spitzencluster M.A.I. Carbon.

Der Forschungsschwerpunkt Produktionstechnik am ILH setzt sich aus den Arbeitskreisen Umformtechnik, Füge- und Montagetechnik und Kunststofftechnik zusammen, die in fachspezifischen und interdisziplinären Projekten im Bereich der Produktionstechnik arbeiten. Ein wesentlicher Ansatz ist die Erforschung von Produktionstechnologien für die Herstellung von belastungsangepassten Strukturen.

Der wesentliche Schritt hin zu belastungsangepassten Strukturen ist eine optimale Adaption an die geforderten Eigenschaften. Bei homogenen Werkstoffen kann dies etwa durch spezielle mechanische, thermische oder chemische Produktionstechnologien erfolgen. Aufgrund des höheren Diskretisierungsgrades und der größeren Anzahl von Werkstoffsystemen ergibt sich bei hybriden Leichtbaustrukturen ein sehr komplexes Anforderungsprofil, das eine grundlegende Erforschung und Weiterentwicklung der Produktionstechnologien erfordert. Die sich daraus ergebenden neuen Prozessketten beruhen auf einer Rekombination bestehender Prozesskettenelemente aus der Metall- und Kunststoffverarbeitung, aber insbesondere auch deren Neu- und Weiterentwicklung, wobei eine besondere Herausforderungen in Bezug auf die räumliche wie zeitliche Vernetzung besteht. Damit ergibt sich auch die Notwendigkeit einer in besonderem Maße aufeinander abgestimmten Planung, Auslegung und Simulation dieser Prozesse bzw. Produktionssysteme.

## UMFORMTECHNIK

Die Umformtechnik ist heute oftmals der Schlüssel für die effiziente, ressourcenschonende Herstellung innovativer, neuartiger Produkte mit hohem Gebrauchswert. Im AK Umformtechnik wird intensiv an einer Weiterentwicklung der Produktionstechnik und hier insbesondere der Umformtechnik gearbeitet. Dabei konzentriert sich die Forschungstätigkeit besonders auf die Untersuchung und Auslegung von Prozessen, Werkzeugen und Maschinen zur flexiblen und effizienten Fertigung von Bauteilen aus Blech und Profilen.

Bei der inkrementellen Umformung wird die gewünschte Bauteilkontur durch einen wiederholten Eingriff eines universellen Werkzeugs erzeugt. Entscheidend für die Herstellung definierter Bauteilgeometrien ist dabei die Werkzeugbahn bzw. Bahnstrategie. Inkrementelle Umformverfahren bieten aufgrund der verfahrenstypischen kleinen Umformzone beste Möglichkeiten zur wirtschaftlichen Herstellung sehr komplexer Bauteile mit hohen Anforderungen an die Geometrie und Oberflächenqualität. Einen besonderen Forschungsschwerpunkt stellt in diesem Zusammenhang am LUF das Reibdrücken dar, mit dem eine Erweiterung bestehender Prozessgrenzen von inkrementellen Umformverfahren durch eine spezielle thermomechanische Prozessführung möglich ist.

Wirkmedienbasierte Umformverfahren ermöglichen eine effiziente Herstellung von komplexen rohr- und blechförmigen Bauteilen, die durch herkömmliche Fertigungsverfahren nicht oder nur sehr aufwendig darstellbar sind. Hierbei ersetzen oder ergänzen Fluide wie Gase, Flüssigkeiten oder formlose feste Stoffe die Wirkung von starren Werkzeugen.

Bei den Hochgeschwindigkeitsumformverfahren wird die für die Umformung der Werkstücke notwendige Energie sehr schnell bzw. „schlagartig“ freigesetzt und auf das Werkstück übertragen. So können lokal begrenzt sehr hohe Drücke erzeugt werden, die sowohl für die Herstellung scharfkantiger Blechkonturen als auch für die formgebende Expansion rohrförmiger Werkstücke eingesetzt werden.

Der Einsatz von hybriden Werkstoffsystemen, wie z.B. die belastungsangepasste Kombination von Stahl und CFK-Komponenten, ermöglicht die effiziente Realisierung von komplexen Leichtbaustrukturen. Aktueller Forschungsschwerpunkt am LUF ist die gemeinsame Umformung solcher hybrider Werkstoffsysteme in einem tiefziehähnlichen Prozess. Die derzeitigen Forschungsarbeiten umfassen neben grundlegenden Aspekten die Entwicklung entsprechender Prozessführungsstrategien und Werkzeugsysteme.

## FÜGE- UND MONTAGETECHNIK

Der steigende Druck des Gesetzgebers zur Energie- bzw. Emissionseinsparung und die damit einhergehende Notwendigkeit zur Reduzierung bewegter Massen führt verstärkt zu Mischbauweisen mit Hochleistungswerkstoffen wie höchstfesten Stählen, Leichtmetallen und Hochleistungskunststoffen. Die Schlüsseltechnik für die Realisierung bezahlbarer Leichtbaustrukturen sind werkstoffgerechte und produktive Fügetechnologien. Die Fügetechnik ist nicht nur in Bezug auf den Leichtbau, sondern auch in vielen anderen Wirtschaftszweigen, wie z.B. der Medizintechnik, Energieanlagenbau, Aufbau- und Verbindungstechnik, die Schlüsseltechnik zur Realisierung innovativer Produkte.

Den Forschungsschwerpunkt des AK Fügetechnik bildet die Neu- und Weiterentwicklung mechanischer, klebtechnischer, thermischer und hybrider Fügetechniken für das Verbinden von neuen Hochleistungswerkstoffen. Dabei erbringt der AK Fügetechnik sowohl grundlagenorientierte Ergebnisse als auch solche mit hoher Anwendungsrelevanz. Eine weitere Kompetenz des AK Fügetechnik ist die Erarbeitung von Methoden zur experimentellen und numerischen Prozesssimulation und Beanspruchungsanalyse sowie Lebensdauervorhersage gefügter Hybridstrukturen.

Ein weiteres Projekt des AK Fügetechnik beschäftigt sich mit der Entwicklung einer neuen mechanischen Befestigungslösung im Bereich der Kunststofffügetechnik. Das Prinzip der Befestigungslösung besteht darin, dass der axiale Zug, der durch eine gewindeformende Schraube aufgebracht wird, den hohlen und mit einer speziellen Außenkontur ausgestatteten Dom derartig zusammenzieht, dass ein pilzförmiger Wulst entsteht, der zu einer Verklemmung der Fügepartner führt.

Darüber hinaus befasst sich der AK Fügetechnik mit der Analyse der Schweißbeignung flammgeschützter Materialien. Die Anforderungen hinsichtlich Brandsicherheit werden immer strenger, sodass vermehrt Flammenschutzmittel in Kunststoffen eingesetzt werden. Derzeit gibt es keine wissenschaftlichen Untersuchungen über das Verhalten flammgeschützter Kunststoffe im Kunststoffschweißprozess. Viele Flammenschutzmittel reagieren endotherm, was dem Schweißprozess entgegenwirken kann. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Erarbeitung von wissenschaftlich fundiertem Know-How auf dem Gebiet des Schweißens flammgeschützter Kunststoffe.



## KUNSTSTOFFTECHNIK

Prozessverständnis und Produktgenerierung im Bereich der Kunststofftechnik zählen zu den Schwerpunkten am AK Kunststofftechnik. Um den stetig wachsenden Anforderungen des globalen Marktes Stand halten zu können, bedarf es in der Kunststoffindustrie einer kontinuierlichen Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Die Analyse von den dazugehörigen Fertigungsprozessen und Maschinen steht dabei im Mittelpunkt der Arbeitsgruppe.

Das in 2012 neu gestartete Gemeinschaftsprojekt „Innovative Fahrwerkskomponente in Hybridbauweise“ hat sich die Entwicklung eines Vorderachsträgers in Hybridbauweise für einen PKW der Golf-Klasse zum Ziel gesetzt. Dazu wird eine hybride Struktur aus einem Leichtmetall sowie kurz- und endlosfaserverstärkten Kunststoffen gebildet, um eine optimale Werkstoffausnutzung und somit eine Gewichtsersparnis zu ermöglichen.

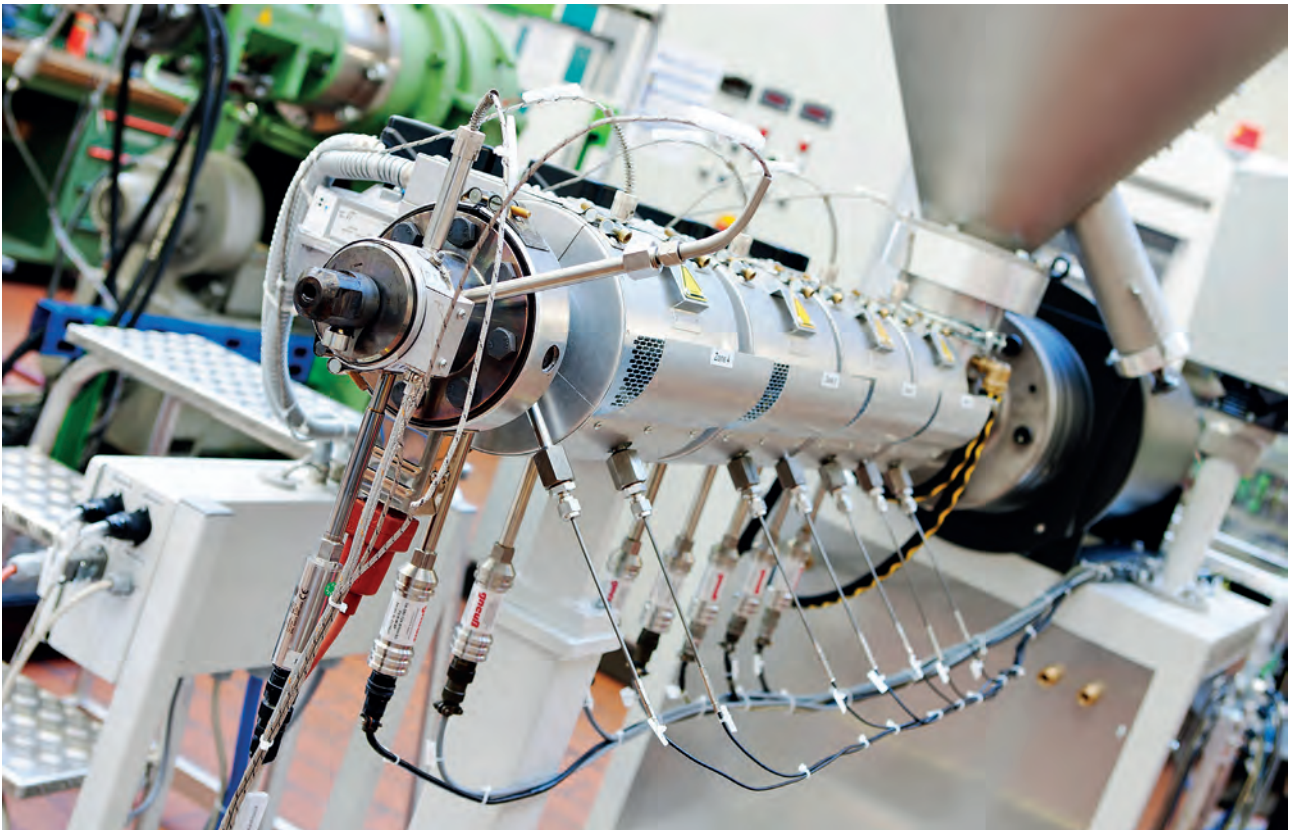
Um bei der Entwicklung neuer Kunststoffprodukte die Materialien exakt auf die Anforderungen der Produkte abzustimmen, bedarf es einer effizienteren Gestaltung des Rezepturenentwicklungsprozesses für Kunststoffe. Das Projekt „Produktspezifische Materialentwicklung im Spritzgießprozess“ integriert den Compoundierschritt in den Spritzgießprozess und ermöglicht so eine schnelle, effiziente und wirtschaftliche Entwicklung neuer Kunststoffrezepturen.

In dem AK Kunststofftechnik konnten im Jahr 2012 umfangreiche Erkenntnisse im Bereich der Auslegung temperierter Einschnecken erzielt werden. In der Weiterführung des Projektes ist das Ziel, die bisher gewonnenen modelltheoretischen Ansätze gezielt in den realen Prozessen zu nutzen und hierdurch eine Prozessverbesserung zu erreichen.

Des Weiteren wurden Erkenntnisse im Bereich des Molekulargewichtsverlusts von Polypropylen bei der Verarbeitung erzielt. Zukünftig wird hier der Schwerpunkt in der Untersuchung des Molekulargewichtsverlusts von Polystyrol und PBT und der Modellierung des Molekulargewichtsverlusts von Polypropylen in Einschneckenextrudern sein. Hier wird speziell der Einfluss des Drucks untersucht.

Ein neuer Schwerpunkt ist die Entwicklung innovativer Flammenschutzmittel für Polyolefine bei materialschonender Compoundierung. Hier steht die Entwicklung von mathematischen Modellen zur Schneckenberechnung und die Compoundierung und Überprüfung der Rezepturen im Vordergrund.

Um die Wirtschaftlichkeit auch in der Kautschukverarbeitung zu steigern, beschäftigt sich der AK Kunststofftechnik mit der Entwicklung schnelllaufender Kautschuk-Extrusionsanlagen. Die Wirtschaftlichkeit der Extrusionsanlage hängt direkt mit dem erreichbaren Masseausstoß pro Zeiteinheit zusammen. Bei der Extrusion von Kautschuk (z.B. für die Herstellung von Reifen oder technische Gummiprofile) wird der maximale Ausstoß durch die maximal zulässige Temperatur begrenzt. Durch die gezielte Gestaltung der Schneckengeometrie und die geeignete Beschichtung der Schnecken soll erreicht werden, dass der Masseausstoß ohne Qualitätseinbußen deutlich erhöht wird.



Schnelllaufender Extruder

Der Lehrstuhl für Technische Mechanik (LTM) hat als Schwerpunkte die Arbeitsgebiete Experimente, Modellierung und numerische Methoden mit dem Ziel der effizienten Simulation großdimensionierter Finite-Elemente-Strukturen mit innovativen Werkstoffen. Anwendungen sind z.B. Crashsimulation von Klebwerkstoffen, Verfestigungsverhalten und Aushärten von Polymeren oder Phasenumwandlungen und Schädigung in Metallen. Weitere Arbeitsfelder sind die Parameteridentifikation mit Hilfe von Optimierungsverfahren zur Verifikation der Modelle, adaptive Finite-Elemente-Methoden und Homogenisierungsmethoden zur Berücksichtigung skalenübergreifender Vorgänge. Mit stochastischen Modellen werden weitere synthetische Daten generiert, um die Kosten für teure und zeitintensive Versuche minimal zu halten.

## ADAPTIVE FINITE-ELEMENTE-METHODEN ZUR PARAMETERIDENTIFIKATION VON HIERARCHISCHEN MODELLEN FÜR ELASTOMERE (AK MAHNKEN)

Bearbeiter: Dipl.-Wirt.-Ing. Kai-Uwe Widany

Das Projekt behandelt zum einen die Identifikation von Materialparametern für Elastomere unter Berücksichtigung inhomogener Spannungs- und Dehnungszustände und viskoelastischem Materialverhalten mit Hilfe der Finite Elemente Methode. Die Adaptivität im Raum wird in der zweiten Periode für zeitabhängiges Verhalten um Zeitadaptivität ergänzt. Das entwickelte Verfahren wird für vier verschiedene Polymere realisiert, wobei experimentelle Daten mit einem optischen Messsystem erhalten werden. Das verwendete Materialmodell entspricht einem viskoelastischen Ansatz nach Reese/Govindjee mit hierarchischen Strukturen für Energiefunktionen nach Rivlin/Saunders und Ogden. Zum anderen werden heterogene Materialien behandelt, die eine Diskretisierung des Parameterraumes erfordern. Eine unabhängige Diskretisierung sowie adaptive Verfeinerung für Netze der FE-Rechnung sowie der Parameter gewährleisten sowohl eine hinreichend genaue Abbildung der Heterogenität des Materials als auch ein übermäßiges Ansteigen der Freiheitsgrade des Optimierungsproblems zur Parameteridentifikation. Der a posteriori Fehlerschätzer erweitert den Ansatz nach Becker/Vexler, der die Netzverfeinerung für homogenes Material in der ersten Periode steuert, um Beiträge für das Parameternetz.

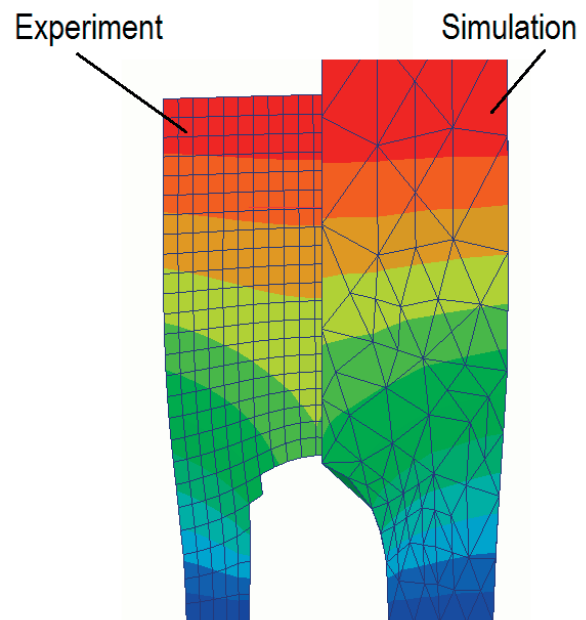


Abb.: links: Elastomer im Zugversuch und optisches Messsystem, rechts: Vergleich von Experiment und Simulation

## **THERMO-RHEOLOGISCHE MATERIALMODELLIERUNG VON KUNSTSTOFFEN MIT NICHTLINEAREN STOFFGESETZEN (AK MAHNKEN)**

Bearbeiter: Dipl.-Techn. Christian Dammann

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist die Simulation des mechanischen Materialverhaltens von Polymeren unter starker Dehnbeanspruchung: als viskoelastische Flüssigkeit oberhalb der Glastemperatur (Schmelze) und als Festkörper für einen Reckvorgang. Grundlage sind experimentelle Daten, die im Projekt selbst ermittelt bzw. von TP A8 zugeliefert werden. Berücksichtigt werden u.a. das Anisotropieverhalten von gereckten Folien und die Dehnverfestigung von Schmelzen. Langfristig soll ein ganzheitliches Materialmodell entwickelt werden, welches ergänzend die Prozessmodellierung während des gesamten Reckvorganges mitberücksichtigt.

## **ZERSPANSIMULATION MIT EINEM MEHRMECHANISMENMODELL (AK MAHNKEN)**

Bearbeiter: Chun Cheng, M.Sc.

Aufgrund der Produktivitätssteigerung, Flexibilität und Ressourceneffizienz bietet sich das Hartdrehen als Alternative zum konventionellen Schleifen an. Zur Berücksichtigung der Interaktionen von 1. Phasenumwandlungen, 2. Visko-Plastizität mit asymmetrischem Werkstoffverhalten und 3. Umwandlungsplastizität (TRIP) wird ein „Mehrmechanismenmodell“ (MMM) entwickelt. Dabei werden die Dehnraten- und Temperaturabhängigkeit des Fließverhaltens berücksichtigt. Neuartig wurde der asymmetrische Effekt (SD-Effekt) mithilfe der Wichtungsfunktionen berücksichtigt. Des Weiteren wird die Parameter des MMMs für das Material 100Cr6 identifiziert. Schließlich wird das MMM in das FE-Programm ABAQUS über die VUMAT-Schnittstelle implementiert und zur Zerspansimulation getestet

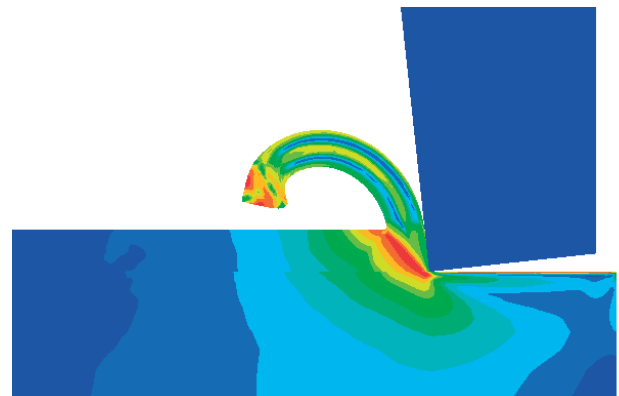


Abb: links: Hochpräzisions Hartdrehen (Quelle: IWF,TU Berlin),rechts: Zerspansimulation(Spannungsmodedefaktor)

## **ROBUSTHEIT UND ZUVERLÄSSIGKEIT DER BERECHNUNGSMETHODEN VON KLEBVERBINDUNGEN MIT HOCHFESTEN STAHLBLECHEN UNTER CRASHBEDINGUNGEN (AK MAHNKEN)**

Bearbeiter: Dipl.-Techn. Math. Nicole Nörenberg

Forschungsziel:

Ziel des Projektes sind robuste Simulationsmethoden und robuste Verfahren zur Kennwertermittlung und Parameteridentifikation für Klebverbindungen in Strukturen unter Crashbeanspruchung.

Angestrebte Forschungsergebnisse:

Wissenschaftlich-technische Ergebnisse:

- Festlegung und Optimierung von Messmethoden für die Klebstoff- bzw. Klebschichteigenschaften, Kenntnis der Einflussgrößen mit quantitativer Angabe der Messunsicherheiten
- Optimierte numerische Verfahren zur Parameteridentifikation und Erkenntnisse über Eindeutigkeit und Genauigkeit der Parameter

- Vereinheitlichtes Kontinuumsmodell und erweitertes Kohäsivzonenmodell zum Crashverhalten von Klebverbindungen
- Kenntnis der Netzabhängigkeit und verwandter Effekte für Kontinuums- und Kohäsivzonenmodell

Wirtschaftlich nutzbare Ergebnisse:

- Standardisierte Versuche zur Kennwertermittlung für Klebstoffe
- Definierte Parameteridentifikationsverfahren auf Basis von kommerziell erhältlicher oder frei verfügbarer Software
- In kommerzieller FE-Software prototypisch implementierte Modelle zur zuverlässigen und robusten FE-Simulation geklebter Strukturen im Crash
- Empfehlungen zur Vernetzung von Klebverbindungen in Crashanalysen

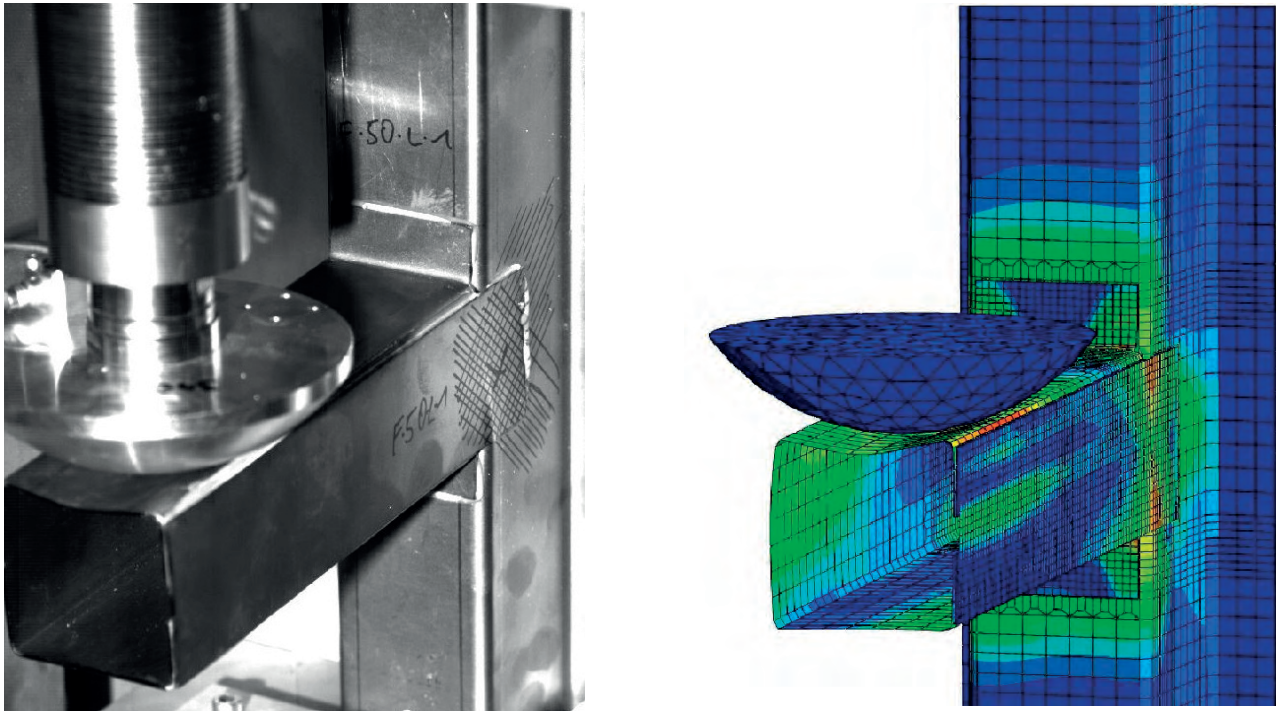


Abb: realer Versuch (links), Simulation eines T-Stosses (rechts)

Implementierte und standardisierte robuste Methoden für die Kennwertermittlung, Parameteridentifikation und Berechnung von geklebten Strukturen unter Crashlast entsprechen einem neuen Verfahren. Die während der Projektlaufzeit vorgesehenen Implementierungen in kommerzielle Software sind Beiträge zur Weiterentwicklung von Produkten.

## STOCHASTISCHE SIMULATION ZWEIDIMENSIONALER PROBLEME FÜR ELASTOMERE MIT ANWENDUNGEN AUF DIE PARAMETERIDENTIFIKATION UND DAS DIREKTE PROBLEM (AK MAHNKEN)

Bearbeiter: Dipl.-Techn. Math. Nicole Nörenberg

Das Projekt behandelt die Identifikation von Materialparametern für Elastomere unter der Anwendung statistischer Methoden zur Ergebnisanalyse.

Aufgrund geringer Anzahl zur Verfügung stehender Experimente ist eine statistisch gesicherte Analyse nicht möglich, und es wird ein stochastisches Modell entwickelt, welches synthetische Daten auf Grundlage realer Experimente erzeugt. In bisherigen Untersuchungen wurden lediglich homogene Spannungszustände bei der Erzeugung synthetischer Daten berücksichtigt.

Die Betrachtung von inhomogenen Spannungszuständen am Beispiel der Elastomere für synthetische Daten ist somit ein neuartiges Forschungsfeld. Mit den synthetischen Daten wird dann über die Mittelwerte und Standardabweichungen der Materialparameter das Streuverhalten ermittelt und ein optimaler Parametersatz festgelegt.

Ziel ist die Aufstellung eines Versuchsplanes, der die Gewinnung des optimalen Parametersatzes gewährleistet. Des Weiteren werden die synthetischen Daten bei der Berechnung des direkten Problems verwendet, in dem eine stochastische Verteilung einzelner Materialparameter vorausgesetzt wird. Die stochastische Verteilung wird mit Hilfe der synthetischen Daten und der Parameteridentifikation ermittelt.

## ANISOTROPES VERHALTEN VON CFK-PREPREGS (AK MAHNKEN, AK TRÖSTER)

Bearbeiter: Frederik Hankeln, M.Sc.

Faserverbundwerkstoffe weisen ein stark anisotropes Materialverhalten auf, d.h. sie verhalten sich je nach Belastungsrichtung komplett unterschiedlich. Im Rahmen des Forschungswettbewerbs Produktion.NRW wird das Verhalten sogenannter Prepregs (Preimpregnated Fibres) modelliert. Diese nicht ausgehärteten Komposite weisen ein Spannungs-Dehnungsverhalten auf, das abhängig von Richtung, Temperatur und dem Grad der Aushärtung ist.

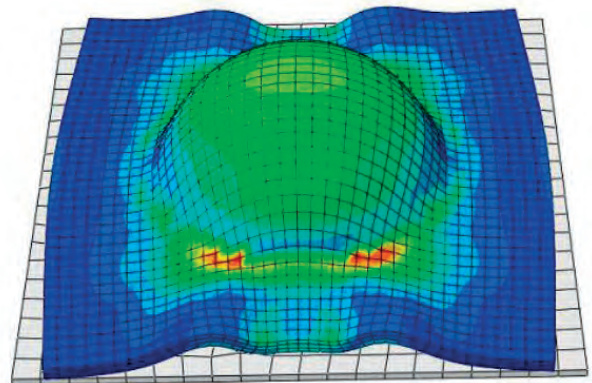
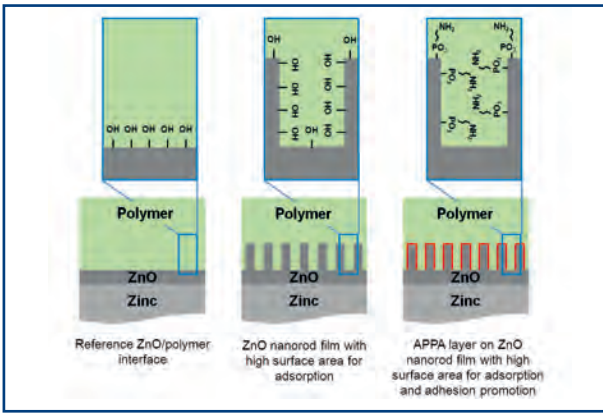


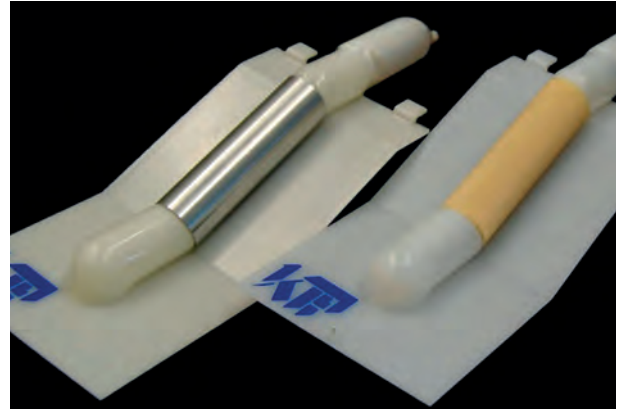
Abb: tiefgezogenes halbkugelförmiges Bauteil (links, Quelle: LUF, Universität Paderborn), Spannung während des Aushärteprozesses (rechts)





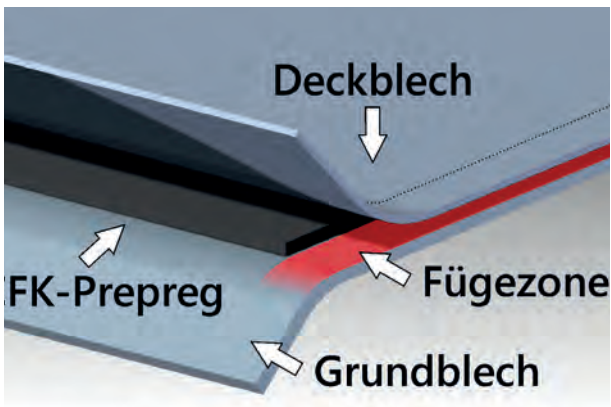
Seite 25

Molekulare Untersuchungen der Adhäsion auf nanostrukturierten ZnO-Oberflächen



Seite 27

GRIPBlow - Gasinjektionstechnik für Hybridbauteile

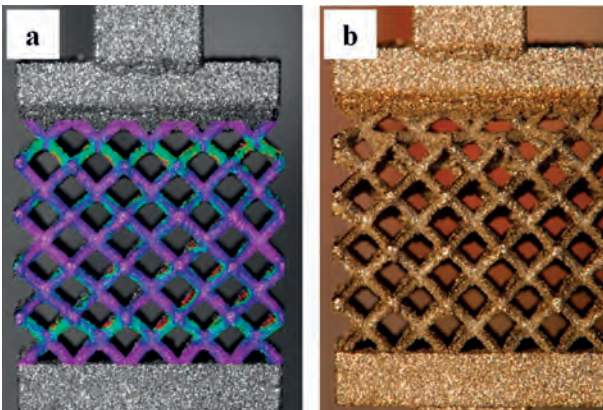
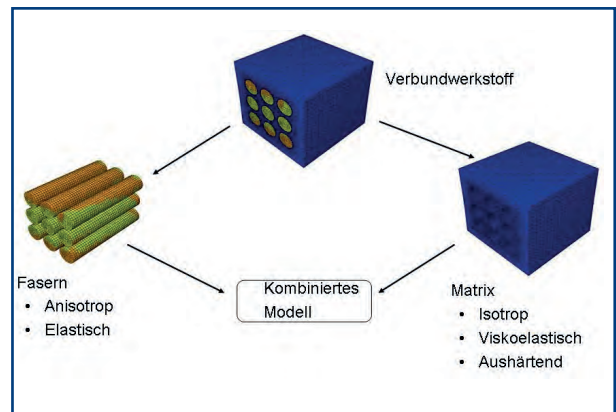


Seite 30

Stahl-CFK-Strukturen

Seite 33

Verfahrenssimulation Herstellung von CFK Formteilen



Seite 36

Optimierung additiv gefertigter Strukturen

## MOLEKULARE UNTERSUCHUNGEN DER ADHÄSION AUF NANOSTRUKTURIERTEN ZnO-OBERFLÄCHEN

In den letzten Jahrzehnten hat die Synthese von nanokristallinen ZnO-Schichten mit unterschiedlichen Morphologien und elektrochemischen Eigenschaften mit Hinblick auf mögliche Anwendungen im Bereich Optik, Elektronik, Sensorik und Photokatalyse ein wachsendes wissenschaftliches und industrielles Interesse geweckt [1-7]. Ihre optischen und photoelektrischen Eigenschaften wurden bereits grundlegend untersucht; allerdings blieben die Korrosions- und Adhäsionsaspekte trotz zahlreicher Publikationen über ihre optischen und elektrischen Eigenschaften ungeklärt.

In der Regel schützt eine intakte organische Beschichtung Metalloberflächen wirksam vor Korrosion. Wenn ein Defekt der organischen Beschichtung das Grundsubstrat erreicht, kommt es in Gegenwart von korrosiven Elektrolyten zur Korrosion, die eine Enthftung des umliegenden Polymers und damit die laterale Verbreiterung des Defekts verursacht. Die Geschwindigkeit der Korrosionsprozesse ist von den elektronischen und chemischen Eigenschaften des Metalloxyds, der Sauerstoffpermeabilität und der Haftung der organischen Beschichtung sowie der Luftfeuchte abhängig [8, 9].

Ziel dieser Arbeit [10] war es zu verstehen, wie die Adsorption einer kurzkettigen Aminopropylphosphonsäure, die monomolekular aufgetragen als Haftvermittler wirkt, an der ZnO-Nanostäbchen-Grenzfläche abläuft. Als Polymerfilm wurde ein heißhärtender, zweikomponentiger Epoxidharz-Klebstoff und als Haftvermittler Aminopropylphosphonsäure (APPA) ausgewählt. Zur Untersuchung der Nasshaftung des Polymerfilms wurde ein 90° - Schältest

(r.LF. > 95%) durchgeführt. Des Weiteren wurde für ein besseres Verständnis der Stabilität der Phosphonsäure-ZnO-Grenzfläche eine monomolekulare Schicht von Octadecylphosphonsäure (ODPA) auf der ZnO-Nanostäbchen-Oberfläche adsorbiert und mittels Fourier-Transformations-Infrarot-Reflexions-Absorptions-Spektroskopie (FT-IRRAS) sowie Kontaktwinkelmessungen untersucht.

In Abbildung 1-a ist zu erkennen, dass das Wachstum der nanokristallinen ZnO-Stäbchen sehr gleichmäßig und bevorzugt in der c-Achse verläuft. Ein Kernpunkt der Untersuchungen ist die Begutachtung des Systems in Gegenwart von Luftfeuchte, also der Stabilität der Bindungen an der Grenzfläche gegen Wasser. Die Kontaktwinkel- und FT-IRRAS-Messungen wurden nach vorherigem Eintauchen der mit ODPA-beschichteten ZnO-Proben in Wasser durchgeführt. Das ODPA-Molekül führte aufgrund seiner molekularen Struktur zu hohen Kontaktwinkeln, was Rückschlüsse und Verständnis der Messergebnisse zur Grenzflächenstabilität ermöglicht. Durch die FT-IRRAS-Messungen konnte nachgewiesen werden, dass die Bindung zwischen Phosphongruppen und ZnO-Stäbchen im Wesentlichen mono- und bidentater Natur ist. Die ODPA-Adsorption bewirkte eine Erhöhung der Hydrophobizität der ZnO-Oberfläche, welche zu Kontaktwinkeln über 145° führte. Nach 12-stündiger Auslagerung in Wasser konnte noch ein Kontaktwinkel von 115° gemessen werden. Der noch immer hydrophobe Charakter der Oberfläche deutet auf eine hohe Grenzflächenstabilität hin.

Die Ergebnisse der Schältest-Messungen sind in Abbildung 1-b dargestellt. Die Messungen ergaben Schälkräfte für die polierten Zink-Proben von  $0.6 \pm 0.2$  N/cm und für die ZnO-Nanostäbchen-Proben weitaus höhere Werte von  $2.7 \pm 0.8$  N/cm. Basierend auf der durchschnittlichen Länge der ZnO-Stäbchen (300

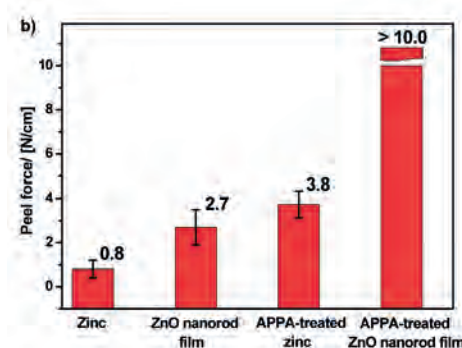
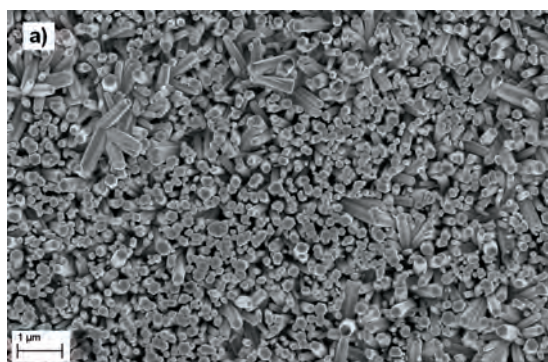


Abbildung 1. a) FE-REM Aufnahme des ZnO-Nanostäbchenfilms b) Schältestergebnisse der Polymerfilme auf Zink, Zink/APPA, ZnO-Nanostäbchenfilm (ZnO-NS) und ZnO Nanostäbchenfilm/APPA (ZnO-NS/APPA) Oberfläche.

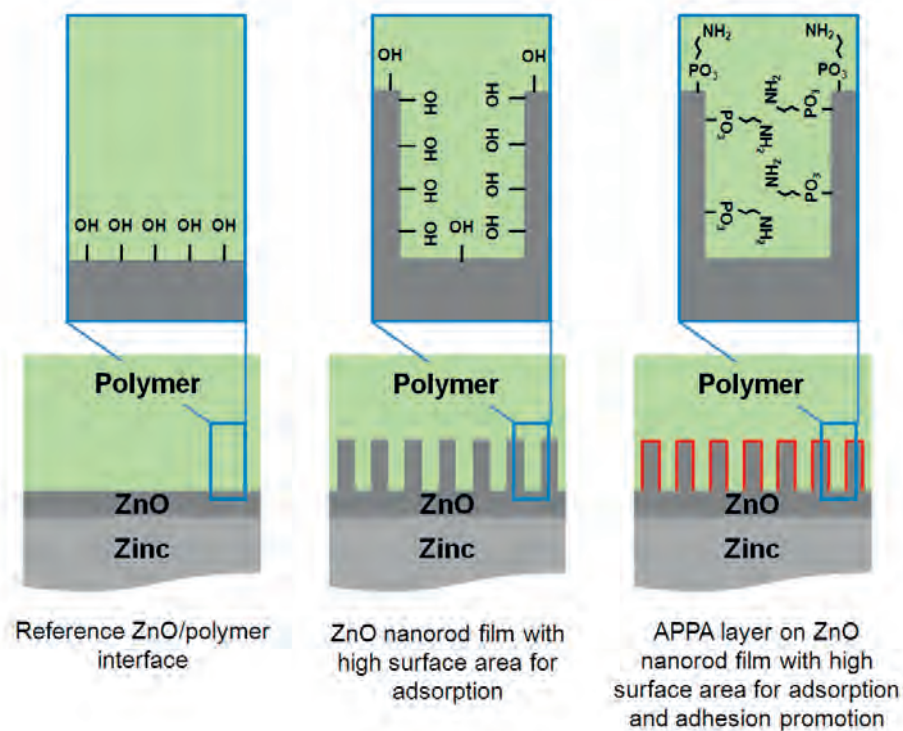


Abbildung 2. Schema des Konzepts für Haftvermittlung mittels nanostrukturierter ZnO-Filme.

– 400 nm) und des Durchmessers (80 - 120 nm), konnte mittels der Analyse des FE-REM-Bildes eine Oberflächenvergrößerung durch den ZnO-Film nachgewiesen werden. Eine Vervierfachung der Schälkraft aufgrund des abgeschiedenen ZnO-Nanostäbchen-Films zeigt, dass diese Morphologie einen positiven Effekt auf die beobachteten Adhäsionskräfte hat. Die zusätzlich mit APPA beschichteten polierten Zink-Proben ergaben Schälkräfte von  $\sim 3.8 \pm 0.6$  N/cm. Die Kombination von APPA und ZnO-Nanostäbchen-Proben hingegen führte zum kohäsiven Bruch des Polymerfilms mit Schälkräften deutlich größer als 10 N/cm.

Abbildung 2 fasst das Konzept der Haftvermittlung durch die Anwendung von ZnO-Nanostäbchen-Oberflächen zusammen. Die Morphologie der nanokristallinen ZnO-Schichten ermöglicht eine deutliche Vergrößerung der aktiven Oberfläche, die eine bessere Benetzung und Vernetzung mit der polymeren Beschichtung hervorruft. Die starke Wechselwirkung der nanokristallinen ZnO-Oberfläche mit verschiedenen funktionellen Gruppen bietet dabei Möglichkeiten, mittels Haftvermittlerchemie die Grenzfläche gezielt zu optimieren. Damit eröffnet sich die Gelegenheit, eine Material- und Grenzflächenchemie zu entwickeln, welche auf dem molekularen Verständnis von Korrosion, aber auch von Haftung und Enthftung beruht und auf andere technisch wichtige Oberflächen übertragen werden kann [10].

Diese Arbeit wurde in Journal of Adhesion veröffentlicht [10].

## LITERATURHINWEISE

- [1] G. She, X. Zhang, W. Shi, X. Fan, J. Chang, *Electrochemistry Communications* 9 (2007) 2784-2788.
- [2] A. Wei, X. Sun, J. Wang, Y. Lei, X. Cai, C. Li, Z. Dong, W. Huang, *Applied Physics Letters* 89 (2006).
- [3] L. Greene, M. Law, D. Tan, M. Montano, J. Goldberger, G. Somorjai, P. Yang, *Nano Letters* 5 (2005) 1231-1236.
- [4] J. Wang, X. Sun, Y. Yang, H. Huang, Y. Lee, O. Tan, L. Vayssieres, *Nanotechnology* 17 (2006) 4995-4998.
- [5] J. Wu, C. Tseng, *Applied Catalysis B-Environmental* 66 (2006) 51-57.
- [6] L. Vayssieres, K. Keis, S. Lindquist, A. Hagfeldt, *Journal of Physical Chemistry B* 105 (2001) 3350-3352.
- [7] S. Dhara, P. Giri, *Thin Solid Films* 520 (2012) 5000-5006.
- [8] R. Posner, G. Giza, R. Vlasak, G. Grundmeier, *Electrochimica Acta* 54 (2009) 4837-4843.
- [9] I. Linossier, F. Gaillard, M. Romand, T. Nguyen, *Journal of Adhesion* 70 (1999) 221-239.
- [10] O. Ozcan, K. Pohl, B. Ozkaya, G. Grundmeier, *Journal of Adhesion* 89 (2013) 128-139.

## AUTOREN

O. Ozcan, K. Pohl, B. Ozkaya, G. Grundmeier

## GRIPBLOW - GASINJEKTIONSTECHNIK FÜR HYBRIDBAUTEILE

Die Kunststofftechnik Paderborn (KTP) entwickelt seit einigen Jahren das Spritzgießsondervverfahren GITBlow, eine Kombination aus Gasinnendruckspritzguss (auch Gasinjektionstechnik „GIT“ genannt) und Blasformen (engl. kurz „Blow“). Dieses Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass große, geschlossene und komplexe, d.h. gebogene oder gewinkelte Hohlraumgeometrien in einem einzigen Prozess herzustellen sind. Mittels Gasinjektionstechnik wird dabei zunächst ein Preform erzeugt, dessen Hohlraum in einem anschließenden Verfahrensschritt durch eine zweite Gasinjektion weiter aufgeblasen wird. Der Preform wird für den Aufblasschritt über eine Werkzeugdrehung in eine größere Kavität bewegt, in der durch mechanische Schieber große Hinterschnitte erzeugt werden können. Denkbare Anwendungsgebiete für diese innovative Technologie sind u.a. Tankbauteile bzw. Tragstrukturen mit zusätzlichem Medienspeicher oder Medienleitungen mit funktionalen Elementen. Die geringen Wanddicken erzeugen gewichtsspezifisch deutlich vergrößerte polare Widerstandsmomente und somit eine verbesserte Biegesteifigkeit bei gleichzeitiger volumenbezogener Gewichtsersparnis.

Für Leichtbauanwendungen wird in der Arbeitsgruppe von Prof. Moritzer eine Variation des GITBlow-Verfahrens entwickelt, bei der die funktionale Hohlraumgeometrie durch eine Verstärkungsstruktur lokal unterstützt werden soll, sodass zusätzlich zu der erhöhten Biegesteifigkeit auch die Biege- und Druckfestigkeit des Bauteils erhöht werden kann. Das GITBlow-Bauteil „greift“ beim Aufblasen aufgrund des großen Hinterschnitts in die Verstärkungsstruktur. Die Verfahrensvariante wird daher unter dem Namen „GRIPBlow“ entwickelt. Das abgebildete Verfahrensschema (Abb. 1) verdeutlicht den Prozessablauf des GRIPBlow-Verfahrens.

In den Voruntersuchungen zum GRIPBlow-Verfahren wurde die Verstärkungswirkung auf die Hohlraumgeometrie in einem Dreipunktbiegeversuch veranschaulicht (Abb. 2). Die Geometrie des Demonstrators wird durch die hinterblasene Manschette nur minimal verändert, die mechanischen Eigenschaften des Bauteils wurden jedoch signifikant verbessert. Das GRIPBlow-Verfahren ermöglicht die Verstärkung von GITBlow-Bauteilen ohne eine Geometrieänderung oder einen Verlust der verfahrensspezifischen Bauteilfunktionalität hervorzurufen.

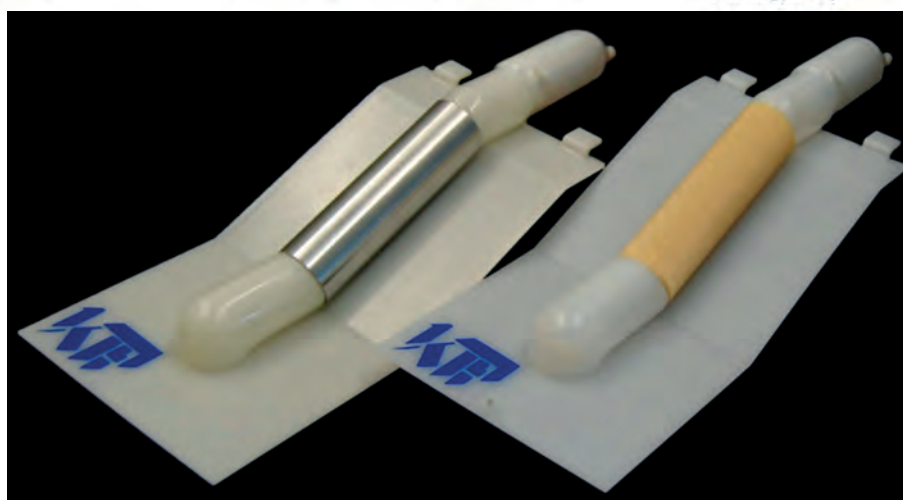
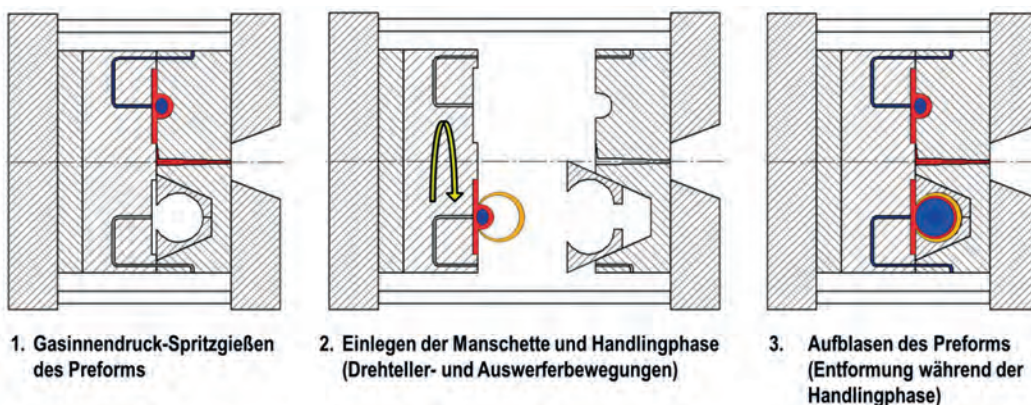


Abbildung 1: Schematischer Verfahrensablauf des GRIPBlow-Verfahrens (oben) und GRIP-Blow-Demonstratoren (unten)

Zur Verbesserung des Formschlusses wird ein geändertes Design der Manschette untersucht. Dabei wird als Grundprinzip ein dem Clinchen analoger Vorgang betrachtet. In der Manschette werden in regelmäßigen Abständen Aussparungen vorgesehen, die so angeordnet sind, dass die Integrität der Struktur nicht geschwächt wird. Diese Aussparungen sind materialspezifisch dimensioniert und erlauben bei entsprechender Temperatur des Kunststoffes ein Durchdringen des Grundmaterials während des Aufblasens. Gleichzeitig zu dem großen GITBlow-Hinterschnitt entstehen weitere kleine Hinterschnitte, welche die Manschette zusätzlich in Position halten. In einer mechanischen Biegeprüfung zeigt sich, dass eine grobe Struktur höhere Spannungen übertragen kann (Abb. 2). Die Begründung hierfür ist das formschlüssige Fließen des Kunststoffes in die Manschettenstruktur, das zu einer Dehnungskopplung der beiden Fügepartner und somit zu einer Erhöhung der übertragbaren Spannungen führt.

Neben der formschlüssigen Verbindung sind auch stoffschlüssige Verbindungsmechanismen als Unterstützung der Hybridverbindung denkbar. Die hohe Oberflächentemperatur des Preforms vor dem Aufblasen kann z. B. zur Aktivierung von Primern oder Klebstoffen genutzt werden, die auf der Innenseite der Manschette aufgetragen werden können. Auch ohne zusätzliche Erwärmung durch Infrarotstrahler

sind Kunststoff-Klebstoff-Kombinationen denkbar, bei denen die materialspezifische Temperatur an der Preformoberfläche für die Aushärtung des gewählten Klebstoffs ausreicht. Die Eigenschaften des Hybridverbundes werden durch den erzeugten Stoffschluss weiter verbessert, da Relativbewegungen der Fügepartner ausgeschlossen werden können.

Für Hybridstrukturen mit Leichtbaucharakter sind faserverstärkte Kunststoffe von besonderer Bedeutung, da diese Werkstoffe hohe Festigkeiten und Steifigkeiten bei gleichzeitig niedriger Dichte besitzen. Eine moderne Variante dieser Werkstoffe sind sogenannte Organobleche, Halbzeuge aus endlosfaserverstärkten Thermoplasten, die sich durch einen Warmumformungsprozess in komplexe flächige Geometrien formen lassen. Für den GRIPBlow-Prozess ist eine Verstärkung des Grundbauteils mit Organoblechen eine vielversprechende Alternative. Das faserverstärkte Halbzeug kann vor dem Einlegen in die benötigte Manschettenform gebracht werden. Wird das umgeformte Organoblech noch im warmen Zustand dem GRIP-Blow-Prozess zugeführt, kann bei entsprechender Temperaturführung ebenfalls eine stoffschlüssige Verbindung mit dem Grundbauteil erzeugt werden. Dabei muss durch die Prozessführung gewährleistet sein, dass die Oberflächentemperaturen des Organoblechs und der Aufblasgeometrie des Grundbauteils jeweils auf dem Niveau der Schmelztemperatur

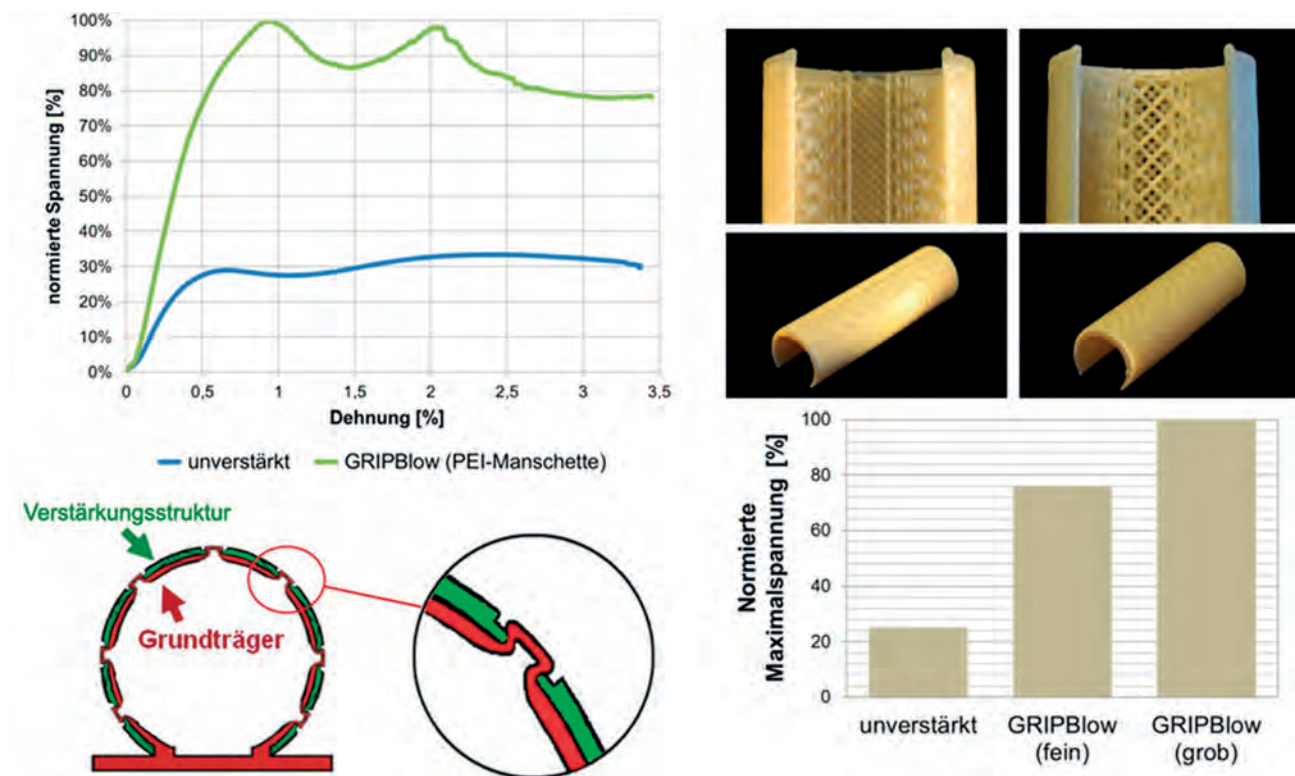


Abbildung 2: Maximale Biegespannung (oben links) - Prinzip des Hinternietens (unten links) - Auswirkung der Struktur des Verstärkungselements auf die maximale Biegespannung (rechts)

des jeweiligen Materials liegen. Das anschließende Hinterblasen des Organoblechs unter einem erhöhten Gasdruck sorgt dann für eine Anpresskraft und im Idealfall zu einem Verschmelzen bzw. zu einer Diffusion der Molekülketten zwischen den beiden Fügepartnern. Hierbei kann eine stoffschlüssige Verbindung ohne zusätzliche Klebstoffe und Primer erzeugt werden.

GRIPBlow ist für eine Vielzahl Materialien und Materialkombinationen geeignet. Nahezu alle technisch relevanten Thermoplaste (z. B. PP, PA) können zur Produktion des Grundbauteils eingesetzt werden. Verstärkungsstrukturen können aus faserverstärkten Materialien oder entsprechend umgeformten Metallen bestehen. Die Verwendung von Klebstoffen, die unter erhöhter Temperatur aushärten, sowie die geometrische Anpassung der Verstärkungsstruktur zur Erzeugung weiterer Hinterschnitte führen zu einer weiteren Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des entstehenden GRIPBlow-Hybridbauteils und stehen somit im Fokus aktueller Forschungstätigkeiten.

## AUTOREN

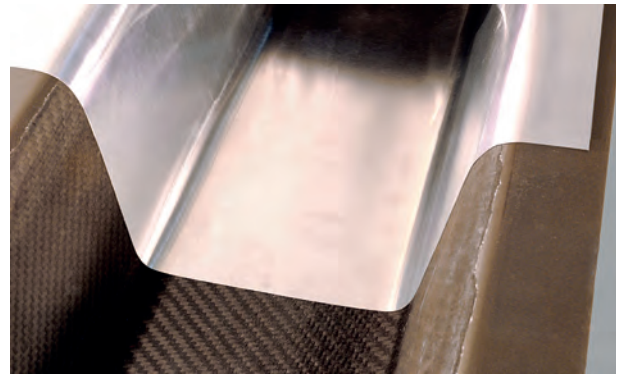
Elmar Moritzer, Stefan Seidel

## STAHL-CFK-STRUKTUREN WIE TIEFZIEHTEILE FERTIGEN

Moderne Hochleistungswerkstoffe bieten eine hohe Festigkeit bei niedrigem Gewicht. Diese sogenannte hohe gewichtsspezifische Festigkeit macht den Einsatz faserverstärkter Kunststoffe für die Konstruktion und Fertigung von leichten, gewichtsoptimierten Strukturen interessant. Das gilt insbesondere für kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK). Aus CFK können belastungsangepasste Bauteile mit deutlich niedrigerem Gewicht als aus Stahl oder Aluminium hergestellt werden [1]. Eine industrielle Serienfertigung von CFK-Bauteilen hat sich durch den hohen Werkstoffpreis und die zum Teil sehr arbeitsaufwändige Verarbeitung von CFK bisher jedoch nicht etabliert. CFK-Anwendungen beschränken sich im Automobilbau bisher vor allem auf kleine Bauteilserien und exklusive Fahrzeuge. Um von den guten mechanischen Eigenschaften und dem damit verbundenen großen Leichtbaupotential von CFK zu profitieren, wird am Institut für Leichtbau mit Hybridsystemen (ILH) der Universität Paderborn an neuen Produktionstechniken für die Herstellung höchstfester hybrider Metallstrukturen mit CFK-Verstärkung gearbeitet. Am ILH wurden dazu die Kompetenzen unterschiedlicher Disziplinen zusammengeführt, um Leichtbauprojekte ganzheitlich voranzutreiben. So umfassen die Aufgabenfelder des Instituts neben der Produktionstechnik auch Bereiche der Chemie und der Physik, zum Beispiel die Grenzflächenanalytik. Diese Breite spiegelt sich dort im Maschinenpark wider, der umfassend ausgerüstet ist: von schweren Umformpressen bis zu hochsensiblen Elektronenmikroskopen.

## LOKALE VERSTÄRKUNG VON STAHLTEILEN DURCH CFK-PREPREGS ANGESTREBT

Ein Beispiel für die Zusammenarbeit zwischen Produktionstechnik, technischer Mechanik und Werkstoffwissenschaften ist das Forschungsprojekt „Entwicklung von Produktionsverfahren hybrider Verbundstrukturen“. In dem seit 2009 vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und dem Land Nordrhein-Westfalen geförderten Projekt wird die Entwicklung von Halbzeugen und Fertigungsprozessen für eine großserientaugliche Herstellung von lokal verstärkten Stahlstrukturen aus hybriden Halbzeugen untersucht. Dazu wurde gemeinsam mit vier Industriepartnern aus den Bereichen Automotive, Composites und Werkzeugbau unterschiedliche Konzepte und Verfahren für die gezielte Kombination von Stahl und CFK erarbeitet, um die Vorteile beider Werkstoffe zu kombinieren. Die Werkstoffe Stahl und CFK unterscheiden sich stark voneinander: Stahl ist in großen Mengen verfügbar



Mit CFK-Prepreg als Kern und Stahl als Deck- und Grundblech entsteht ein Profil, das ohne mechanischen Eigenschaftsverlust das Profildgewicht reduziert. Das ist auch dann der Fall, wenn beim Deckblech Stahl durch Aluminium ersetzt wird.

und preiswert. Er lässt sich gut umformen und seine Verarbeitung wurde über die Jahre hinweg perfektioniert. Dagegen sind Kohlenstofffasern sehr aufwändig in der Herstellung. Verglichen mit Stahl sind sie am Markt nur in sehr kleinen Mengen zu einem hohen Preis verfügbar. Bei der Kombination beider Werkstoffe kommt es deshalb auf die richtige Mischung an. Für den Einsatz von CFK in der Großserie und dem Ziel, die Bauteile später auch in einem Mittelklasse-Pkw einsetzen zu können, wird eine lokale Verstärkung von Stahlbauteilen durch CFK-Prepregs angestrebt. Ziel des lokal begrenzten Materialeinsatzes ist es, die Mehrkosten für Werkstoff und Produktion überschaubar zu gestalten.

## DICKE UND GEWICHT VON STAHLPLATINEN LASSEN SICH DEUTLICH REDUZIEREN

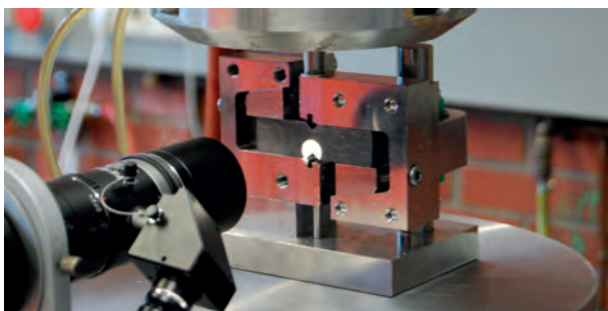
Hybride Bauteile aus Stahl und CFK-Prepregs haben ein großes Leichtbaupotential, das durch die einfache Prozessführung in der gemeinsamen Umformung voll ausgenutzt werden kann. Belastungsangepasste Prepregs mit definiert angeordneten Faserlagen fangen die auftretenden Kräfte im Bauteil optimal auf und bieten eine hohe Festigkeit bei niedrigem Gewicht. Die lokale CFK-Verstärkung ermöglicht, die Wanddicke der eingesetzten Stahlplatten deutlich zu reduzieren. Aufgrund der vergleichsweise hohen Dichte von Stahl spielt die Reduzierung der Wanddicke für das Gesamtgewicht einer Struktur eine wesentliche Rolle. Das metallische Grundblech des hybriden Bauteils übernimmt jedoch eine wichtige Funktion: Es sichert im Verbund nicht zuletzt die Anbindung des Bauteils an weitere Strukturen. Alle klassischen Fügeverfahren lassen sich dabei in die Montage integrieren. Ein Bohren des Bauteils, zum Beispiel für Nietlöcher, und somit eine Beschädigung der Fasern ist deshalb nicht erforderlich. In Crashversuchen auf der hauseigenen

6-m-Crash-Bahn ( $v_{\max} = 25 \text{ m/s}$ ,  $E_{\max} = 32 \text{ kJ}$ ) wurde gezeigt, dass die Werkstoffkombination aus Stahl und CFK aufgrund der angepassten CFK-Prepreg-Gestaltung zu Gewichtseinsparungen von bis zu 35 % führt, je nach Werkstoffkombination, Geometrie und Belastungsart [2].

Prepregs, vorimprägnierte Faserhalbzeuge, eignen sich durch ihren anpassbaren Aufbau und ideal für den Einsatz als lokale Verstärkung. Prepregs werden auf speziellen Anlagen kontinuierlich hergestellt, was eine sehr hohe, gleichbleibende Qualität gewährleistet. Ihr Aufbau als Gewebe oder Gelege (uni- und multiaxial) kann entsprechend der Bauteilgeometrie und den zu erwartenden Belastungen optimiert werden. Dadurch bilden sie eine ideale Basis für eine lokale Verstärkungsstruktur einer metallischen Grundstruktur. Im aktuellen Forschungsprojekt kamen CFK-Prepregs mit einer Fasermatrix aus Epoxidharz zum Einsatz. Ein Matrixsystem auf Basis von Epoxidharz bietet vielfältige Vorteile: Epoxidharz-Systeme härten unter Temperatur zu einem chemisch beständigen, duroplastischen Kunststoff aus und stellen eine feste Klebverbindung zwischen Stahl und CFK her. Im Gegensatz zu Thermoplasten (z.B. PA 6), bieten die Epoxidharze eine hervorragende Haftfestigkeit, selbst auf leicht öligen Oberflächen. Prepregs machen eine aufwändige Prozesstechnik zur Harzinjektion überflüssig und stellen eine gleichmäßige Benetzung der Fasern sicher, die Grundlage für eine durchgängige Kraftübertragung zwischen den Fasern.

## GEMEINSAME UMFORMUNG MIT KLASSISCHER WERKZEUGTECHNIK

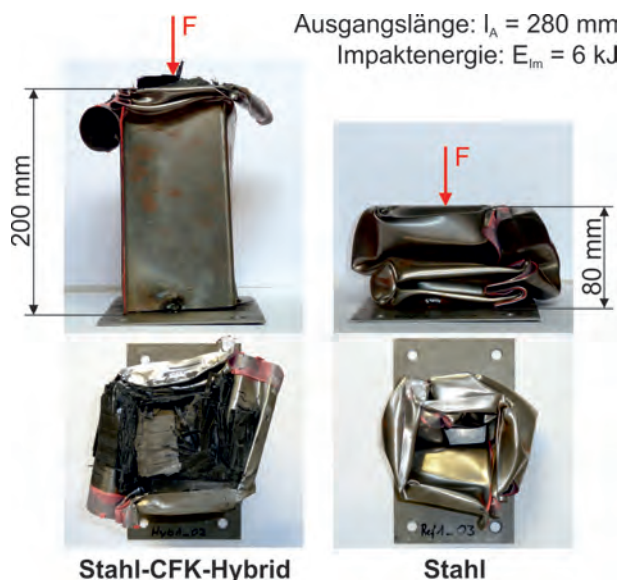
Automotive Stahlteile werden in großen Stückzahlen vorwiegend in klassischen Umformprozessen wie dem Tiefziehen hergestellt. Entsprechend kurze Taktzeiten herrschen an den Produktions- und Montagelinien. Die umformtechnische Herstellung der verstärkten Hybridbauteile aus Stahl und CFK-Prepregs mit Werkzeugtechnik aus dem Presswerk stand deshalb im Vordergrund der untersuchten Fertigungsverfahren. Die Gestaltung von Halbzeugen nimmt in der CFK-Verarbeitung großen Einfluss auf die Prozesszeiten.



Hybride Werkstoffe werden am ILH geprüft und verarbeitet. Dabei kommt zum Beispiel für Dehnungsmessungen computergestützte optische Messtechnik zur Anwendung.

Weil die thermische Aushärtung der Epoxidharze von mehreren Minuten mit dem Anspruch kurzer Taktzeiten kollidiert wurde ein Halbzeugaufbau entwickelt, der im Spannungsfeld zwischen Verarbeitungszeit und Werkstückqualität exzellent positioniert ist. Das Ergebnis ist ein Sandwichhalbzeug aus Grundblech, CFK-Prepreg und Deckblech. Das CFK-Prepreg ist zwischen beiden umlaufend gefügten Stahlplatinen (Blechen) sicher eingeschlossen. Aufgrund der metallischen Oberflächen unterscheidet sich die hybride Platine im Handling nicht von einer herkömmlichen Stahlplatte.

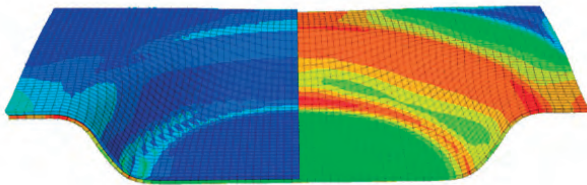
Die metallischen Deckschichten schützen die CFK-Fasern nicht nur vor mechanischen Beschädigungen, sondern vermeiden auch den direkten Kontakt mit den Werkzeugoberflächen. Der Doppelblechaufbau mit CFK-Prepregs als Kernwerkstoff lässt sich durch eine individuelle Zusammenstellung optimal an verschiedene Anwendungen anpassen. Insbesondere Dicke und Festigkeit des Deckblechs können meist gering sein, was den Einsatz weiterer Werkstoffe wie Aluminium ermöglicht.



Die lokale CFK-Verstärkung verbessert die Crash-Performance signifikant, trotz deutlicher Gewichtseinsparung (Ausgangslänge jeweils 280 mm, Impaktenergie jeweils 6 kJ). Die Ergebnisse wurden auf einer 6 m langen Crashbahn ermittelt

In Versuchen an einfachen Formen wie Profilen und Näpfen wurde gezeigt, dass es für einfache Strukturen und rotationssymmetrische Bauteile kaum Grenzen in der Formgebung gibt [3]. Mit Ausnahme von sehr kleinen Radien, bei denen die CFK-Fasern brechen würden, lassen sich alle üblichen Form- und Nebenelemente heutiger Stahlbauteile herstellen. Die gemeinsame Umformung der Stahl-CFK-Halbzeuge kann in herkömmlichen Werkzeugen und Pressen zur Blechumformung durchgeführt werden. Eine Anpassung von Stempel und Matrize an die besondere Form der Halbzeuge ist jedoch erforderlich. Freimachungen





Für die komplette Prozesskette zur Herstellung von Tiefziehteilen aus CFK-Metall-Halbzeugen wurde ein Materialmodell entwickelt. Es bildet beispielsweise die Spannungen im Bauteil nach dem Umformen ab (links: Hybrid aus Grundblech und CFK-Prepreg; rechts: Grundblech).

sichern den CFK-Prepregs ausreichend Bewegungsspielraum und verhindern unzulässige Drücke auf das flüssige Epoxidharz-Matrixsystem, das bei der Umformung noch nicht ausgehärtet ist.

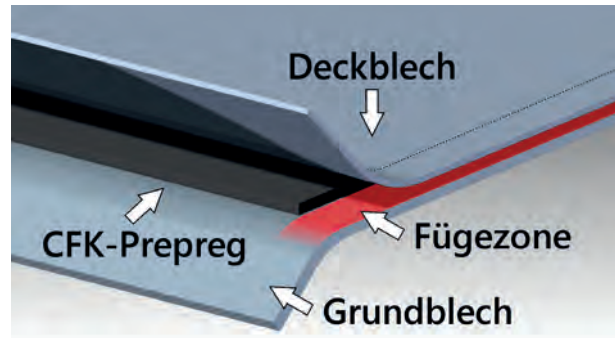
## PROZESSSICHERHEIT DURCH SIMULATION DER GESAMTEN PROZESSKETTE

Die Simulation komplexer Fertigungsprozesse nimmt in der modernen Produktion eine wichtige Stellung ein und hilft dabei Kosten zu senken und Prozesse wirtschaftlich auszulegen. Am ILH wurde deshalb ein neuartiges Materialmodell für die komplette Prozesskette der Herstellung hybrider Bauteile entwickelt. Mit einem neu entwickelten Materialgesetz, das mithilfe von FEModellen (Software Abaqus von Dassault Systèmes) umgesetzt wurde, kann das Materialverhalten der untersuchten Stahl-CFK Hybride über die komplette Prozesskette abgebildet werden [4].

Damit lassen sich erstmals sowohl der Umformprozess als auch die temperatur- und zeitgesteuerte Aushärtung des Matrixsystems detailliert simulieren. Für das neu entwickelte Modell wurde eine Vielzahl an benötigten Parametern zum Materialverhalten interdisziplinär ermittelt und kontinuierlich in Versuchsreihen abgeglichen und verbessert. Das Materialmodell berücksichtigt gezielt das Verhalten des CFK-Prepregs aus hoch anisotropen Fasern und viskoser, isotroper Matrix. Der Zustandswechsel während der Aushärtung fließt damit direkt in die Prozesssimulation ein. Die am ILH entwickelte Simulation bildet damit erstmalig den kompletten Herstellungsprozess für hybride Stahl-CFK-Bauteile ab.

## WENIGER GEWICHT BEI AUTOMOBILTEILEN OHNE EIGENSCHAFTSVERLUSTE

Die Entwicklung neuer Hochleistungswerkstoffe und -werkstoffverbunde ermöglicht, bestehende Bauteile mit immer niedrigerem Gewicht bei gleichbleibenden mechanischen Eigenschaften zu realisieren. Dadurch können beispielsweise der Verbrauch und die Emissionen von Automobilen gesenkt werden, was zu einer Schonung knapper natürlicher Ressourcen und der



Das Hybridhalbzeug besteht aus zwei unterschiedlich dicken Stahlblechen und einem CFK-Prepreg als Kern, der rundherum zwischen den Blechen eingeschweißt wird. So kann das Halbzeug wie klassische Platinen weiterverarbeitet werden. Gefügtes Doppelblech aus zwei unterschiedlich starken Stahlblechen mit einem CFK-Prepreg Inlay

Umwelt führt. Aber erst eine werkstoffgerechte Produktionstechnik schöpft die neuen Potentiale durch effiziente Prozesse voll aus.

Mit der Entwicklung von angepassten Halbzeugen, optimierter Prozessführungen und neuer Werkstoffsimulationen wurde am Institut für Leichtbau mit Hybridsystemen die Grundlage für eine großserientaugliche Produktion hybrider Bauteile aus Stahl und CFK-Prepregs gelegt.

## LITERATUR

- [1] Horoschenkoff, A.: Statt Stahl und Aluminium-Kunststoffe 5/2010, S. 50–54.
- [2] Lauter, C., M. Frantz, J.-P. Kohler and T. Tröster: Crash tests of hybrid structures consisting of sheet metal and local CFRP reinforcements. 15th European Conference on Composite Materials (ECCM15) in Venedig, 24. bis 28. June 2012. Department of Management and Engineering of the University of Padova (Italien).
- [3] Schmidt, H. C., U. Damerow und W. Homberg: Effiziente Herstellung hybrider Strukturbauteile aus Stahl und CFK. 19. Sächsische Fachtagung für Umformtechnik in Chemnitz, 13. und 14. November 2012. Fraunhofer-IWU, Chemnitz
- [4] Hankeln, F., and R. Mahnken: Carbon Fibre Prepregs – Simulation of a Thermo-Mechanical- Chemical Coupled Problem. Proc. Appl. Math. Mech. (1), Vol. 12. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA 2012

## AUTOREN

Hans Christian Schmidt, Christian Lauter und Werner Homberg

Erschienen: MM MaschinenMarkt CompositesWorld März 2013.

## VERFAHRENSSIMULATION HERSTELLUNG VON CFK FORMTEILEN

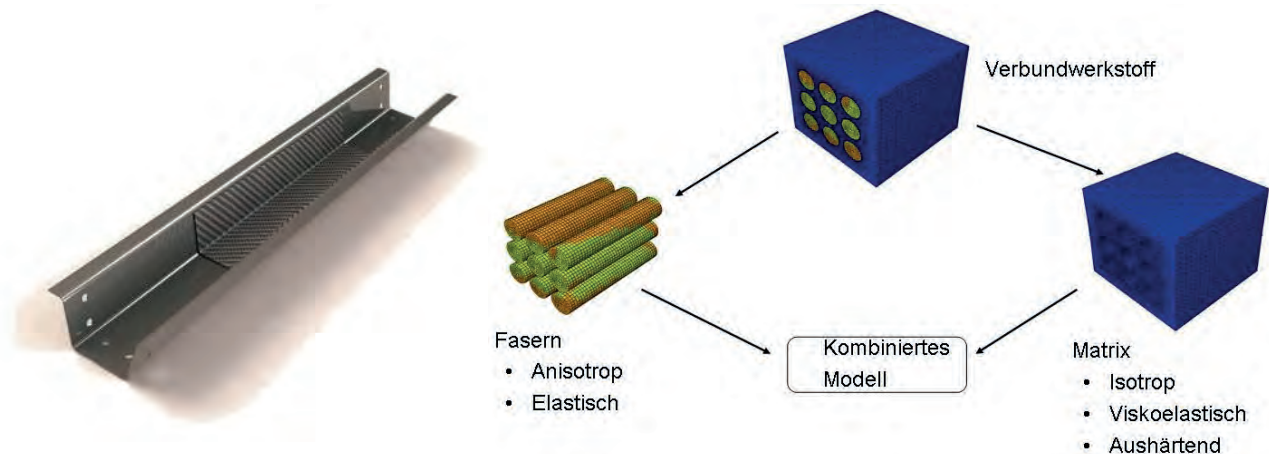


Abbildung 1 links: Fertiges CFK-verstärktes Bauteil), rechts: Grundprinzip des Modells, Aufspaltung in zwei Komponenten mit unterschiedlichen Eigenschaften

Im Rahmen des Projektes Produktions.NRW (Förderinstitution: NRW-Bank) soll ein Modell zur Umformung von CFK-Prepregs entwickelt werden. Das Modell soll den Zusammenhang von Spannung und Dehnung unter verschiedenen Randbedingungen wie Temperatur und chemischer Aushärtung beschreiben.

Die im Prepreg vorhandenen Fasern sorgen für eine starke Anisotropie, d. h. das Spannungs-Dehnungsverhalten ist in Faserrichtung viel steifer als senkrecht zur Faserrichtung. Die Fasern verhalten sich rein elastisch. In Versuchen wurde festgestellt, dass die Steifigkeitsänderung in Abhängigkeit von der Belastungsgeschwindigkeit vernachlässigbar ist.

Die Matrix weist im Lieferzustand ein sehr zähes, viskoses Materialverhalten auf. Experimente haben ergeben, dass die Matrix sich nahezu viskoelastisch verhält und mittlere Verformungen innerhalb eines längeren Zeitraums komplett abbaut. Beim Erwärmen fangen die Molekülketten an, sich zu verbinden, das Matrixmaterial härtet unter Abgabe von Wärme aus. Zusätzlich schrumpft das Material während des Aushärtprozesses.

Bei dem Materialverhalten der Prepregs handelt es sich um ein mechanisch-thermisch-chemisch gekoppeltes Problem. Bei einer Modellbildung müssen all diese Effekte berücksichtigt werden. Das Grundprinzip ist ein Aufspalten des Modells in zwei Komponenten:

1. der Faseranteil: dieser Anteil verhält sich rein elastisch, ist aber anisotrop, d.h. er wirkt nur in der Richtung der Fasern.

2. die Matrix: diese weist ein viskoelastisches Verhalten auf, welches sich in Abhängigkeit des Aushärtegrades ändert. Dieses Verhalten ist aber als isotrop zu betrachten, d.h. es verhält sich in allen Richtungen gleich.

Um das Umformmodell zu entwickeln, wurde zunächst ein Modell für kleine Verformungen aufgestellt. Kleine Verformungen berücksichtigen ein lineares Verformungsverhalten und liefern bei Dehnungen bis ca. 5 % sehr gute Näherungsergebnisse. Bei realen Umformprozessen treten aber Verformungen mit wesentlich höherer Dehnung auf. In realen Modellen wurden Dehnungen bis 30 % gemessen. Es werden jedoch noch größere Dehnungen erwartet. Aus diesem Grund wurde ein Modell für große Verformungen entwickelt. Für die Simulation wird zunächst der Tiefziehprozess idealisiert, um die Rahmenbedingungen festzulegen. Hierzu wird der Prozess in 3 Phasen unterteilt und in Abb. 2 dargestellt. In Phase 1 findet die Umformung statt. Durch die warme Pressform steigt die Temperatur im Prepreg. Die Aushärtung läuft zeitverzögert ab. Deshalb wird angenommen, dass die Aushärtung erst beginnt, wenn die Umformung abgeschlossen ist. Die Aushärtung wird in Phase 2 simuliert. In Phase 3 wird die Form geöffnet und das Werkstück ausgeworfen. Hier kühlt sich das Werkstück ab und verformt sich teilweise wieder zurück.

Um das Modell abzubilden, mussten zuerst die Materialparameter bestimmt werden, die dieses Modell beschreiben. Ein Teil der Parameter, z.B. der Elastizitätsmodul konnten aus den Versuchen der Materialcharakterisierung direkt abgelesen werden. Die weiteren Parameter mussten durch Vergleich der gemessenen Kurven und der Simulation identifiziert werden.

# Herstellung von CFK Formteilen

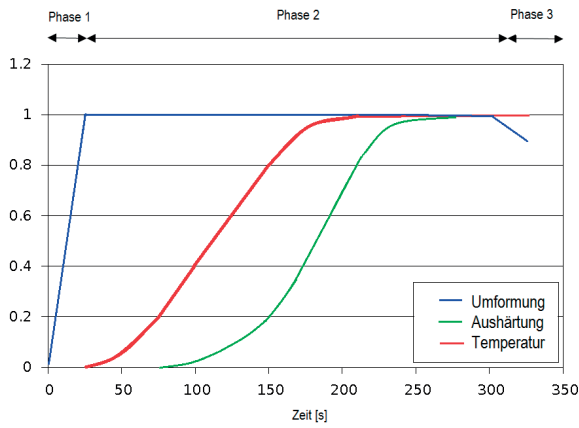


Abbildung 2: Vereinfachter Prozessablauf und Einteilung der Phasen

Wie in Abb. 3 für eine Belastungsart dargestellt, bilden die ermittelten Parameter das Materialverhalten sehr gut ab. Bei den Versuchen zur Aushärtung sind Abweichungen zwischen Versuch und Simulation zu erkennen. Im Forschungsprojekt wurde allerdings der Schwerpunkt auf Anfangs- und Endverhalten des Aushärtens gelegt. Des Weiteren wurde die Abhängigkeit der Materialkennwerte von der Aushärtung nicht berücksichtigt. Die Kennwerte wurden nur für den Beginn und das Ende der Aushärtung bestimmt. Der Verlauf der Kennwerteentwicklung, wurde wie in der Literatur oft verwendet, linear an den Aushärtegrad gekoppelt. Durch diesen Fehler ist es nicht notwendig,

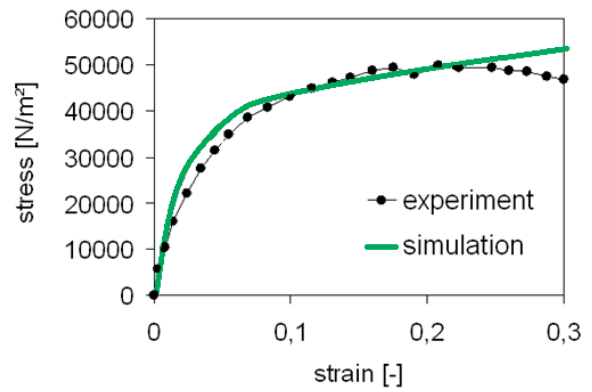


Abbildung 3: Vergleich Simulation und Experiment für Zugversuche der Matrix für eine Dehnrade von 1%/s

eine exakte Übereinstimmung von Versuch und Simulation zu erreichen.

Weiterhin wurde eine Finite-Elemente-Simulation mit dem erstellten Materialmodell durchgeführt. In Abb. 4 sind das Original-Bauteil sowie ein Modell des Umformwerkzeuges und der Simulation dargestellt. Bei der Simulation wurde darauf Wert gelegt, dass neben der Umformung auch die Aushärtung und die daraus resultierenden Eigenspannungen berücksichtigt werden. Das Modell beruht auf der Simulation des kompletten Prozesses, wie er zuvor analysiert wurde und einem halbkugelförmigen Bauteil.

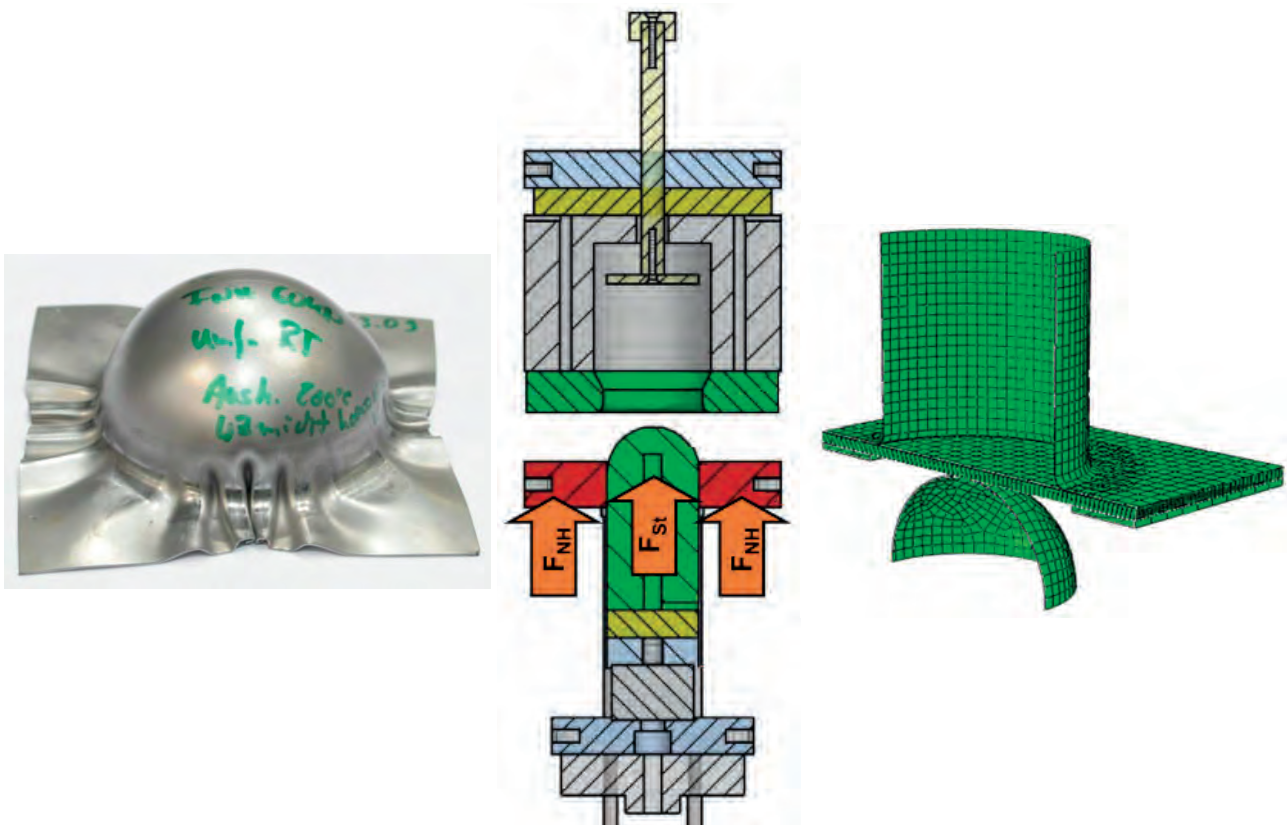


Abbildung 4 links: Tiefgezogenes halbkugelförmiges Bauteil (Quelle: LUF, Universität Paderborn), Mitte: vereinfachtes Modell, rechts: FEM-Modell

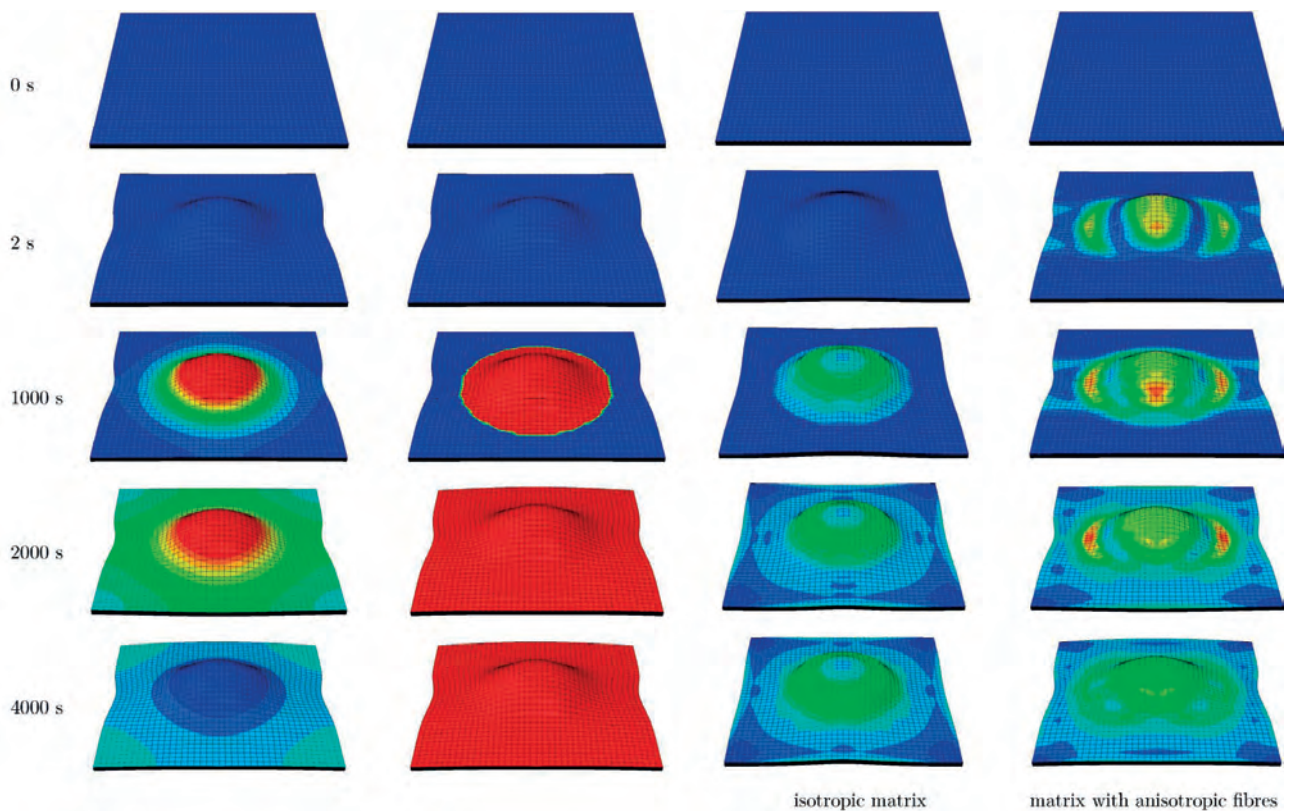


Abbildung 5: Umformsimulation eines halbkugelförmigen Bauteils mit Darstellung: a) der Temperatur und b) der Aushärtung; mit Darstellung der Von-Mises-Spannung: c) der reinen Matrix d) in Kombination Matrix und Faser

Die Ergebnisse der Simulation werden in Abb. 5 dargestellt: Prepreg und Stahlblech werden zunächst in die Maschine eingelegt (1) dann zusammen umgeformt (2) und danach auf 200°C erhitzt um das Material auszuhärten (3). Abschließend wird die Form geöffnet (4) und das Bauteil ausgeworfen (5). Durch die Herstellungsweise, unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten und Schrumpfung der Matrix beim Aushärten entstehen Eigenspannungen im Material.

Die Darstellungen in Abb. 5 zeigen, dass eine Simulation der gemeinsamen Umformung möglich ist. Die entstehenden Eigenspannungen werden zuverlässig abgebildet. Der entstehende Verzug des fertigen Bauteils kann simuliert werden, ebenso wie die endgültige Geometrie. Die Simulation ist somit ein wichtiger Schritt zur Bauteil- und Prozessoptimierung.

## AUTOREN

F. Hankeln und R. Mahnken

Zu diesem Thema sind folgende Veröffentlichungen erschienen:

Mahnken, R. „Thermodynamic consistent modeling of polymer curing coupled to visco-elasticity at large strains“, *International Journal of Solids and Structures* 50 (2013) 2003-2021, doi: 10.1016/j.ijsolstr.2013.01.033

Mahnken, R.; Hankeln, F. “A mesoscopic model for deep drawing of carbon fibre prepregs at large strains“, *Composite Structures* 105 (2013) 340-350, doi: 10.1016/j.compstruct.2013.05.009

## OPTIMIERUNG ADDITIV GEFERTIGTER STRUKTUREN

### HINTERGRUND

Ein wesentlicher Vorteil der Technik des Selective Laser Melting (SLM) ist die Herstellbarkeit von sehr komplexen Geometrien und kundenspezifischen Komponenten. Im Rahmen dieses Projekts werden diese Vorteile genutzt, um metallische Gitterstrukturen herzustellen, welche durch eine lokale Anpassung der Geometrie optimal an die mechanische Belastung angepasst werden können. Das Ziel ist es, diese Strukturen hinsichtlich einer möglichst hohen spezifischen Tragfähigkeit oder Duktilität zu optimieren. Neben der Geometrie ist jedoch auch die Mikrostruktur von entscheidender Bedeutung in Bezug auf die mechanischen Eigenschaften. Somit ist ein weiteres Ziel, die Beziehungen zwischen der Mikrostruktur und den mechanischen Eigenschaften von metallischen Gitterstrukturen anhand der Legierung Ti-6Al-4V und einer Ni-Basis-Superlegierung aufzudecken. Die Untersuchungen konzentrieren sich dabei auf:

- Mikrostrukturelle Eigenschaften
- Mechanische Eigenschaften
- Optimierung der Gestalt
- Dehnungsanalyse mittels Finite-Elemente-Methode
- Dehnungsanalyse über digitale Bildkorrelation (DIC)
- Optimierung des Herstellprozesses für Gitterstrukturen

## EXPERIMENTELLE GRUNDLAGEN UND ERSTE ERGEBNISSE

In einem ersten Projektabschnitt wurden Probenkörper gestaltet, welche die Erprobung der Gitterstrukturen unter verschiedenen Belastungsszenarios ermöglichen. Für die Herstellung der Proben diente eine SLM 250<sup>HL</sup> der Fa. SLM Solutions GmbH. Ferner wurde eine Nikon D60 Digitalkamera mit einer Auflösung von 10 Megapixeln in den Versuchsaufbau integriert, um in-situ Aufnahmen der Probenoberfläche zu erhalten. Die Vorversuche zeigten, dass dabei eine gute Ausleuchtung der Oberfläche von entscheidender Bedeutung für eine hochqualitative Dehnungsanalyse mittels DIC ist.

Erste Ergebnisse wurden anhand von Ti-6Al-4V-Proben gewonnen. Eingangs unterliefen einige Proben verschiedene Wärmebehandlungen, um die jeweils vorliegende Mikrostruktur zu variieren. Der Einfluss einer bei 950°C für 2h durchgeführten Wärmebehandlung auf die resultierende Mikrostruktur ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die mechanische Erprobung wurde anschließend unter Wegregelung unter Druckbeanspruchung durchgeführt. Die Ergebnisse weisen deutliche Unterschiede im Verformungsverhalten der Proben im Ausgangszustand zu den wärmebehandelten Proben auf. Die Ursachen für diese Unterschiede liegen in den mikrostrukturellen Charakteristika der jeweiligen Zustände

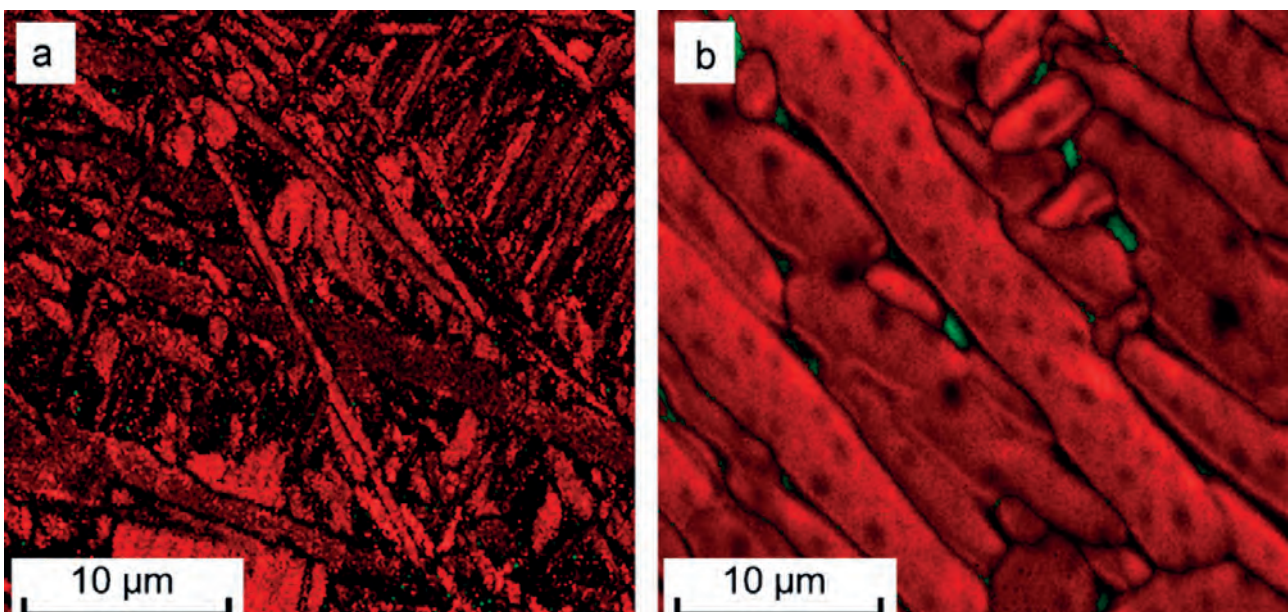


Abbildung 1 EBSD-Mapping der Mikrostruktur im Ausgangszustand (a) und nach der Wärmebehandlung (b). Die Wärmebehandlung wurde für 2 Stunden bei 950°C und anschließender Ofenabkühlung durchgeführt. Das hexagonale alpha-Titan ist rot, das raumzentrierte beta-Titan grün dargestellt. [1]

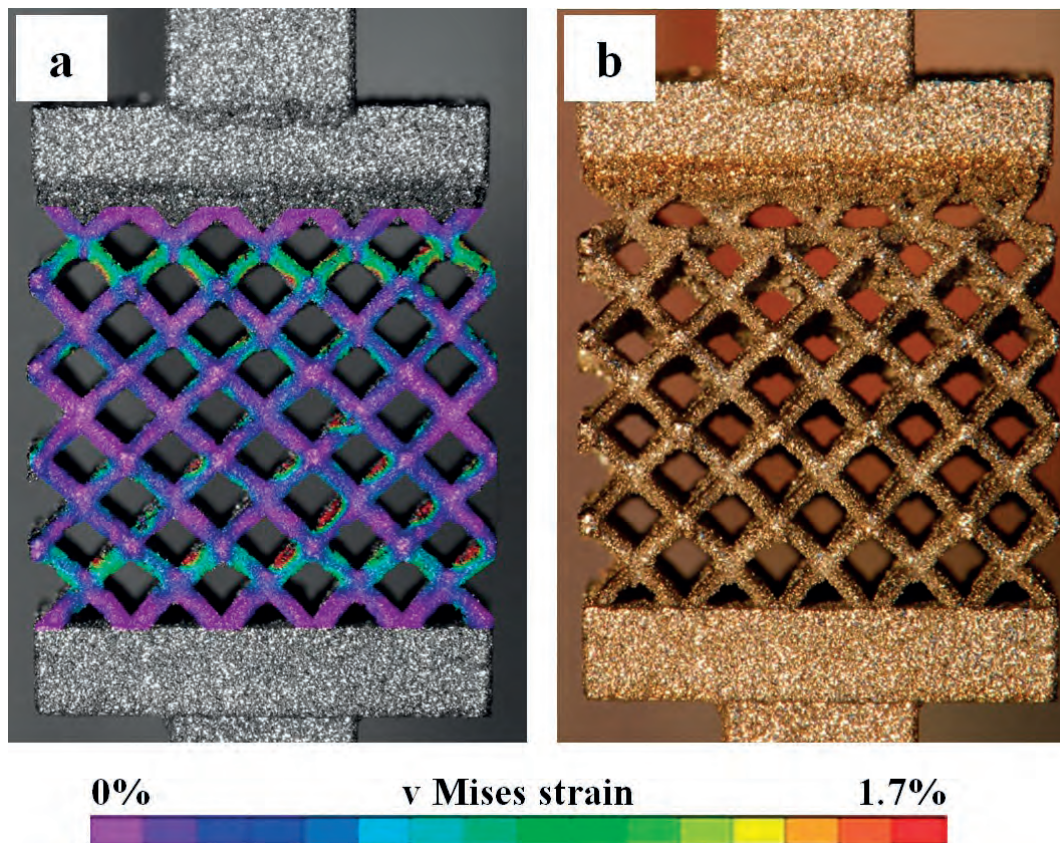


Abbildung 2 Aufnahmen der Probenoberfläche bei einer (globalen) Druckverformung von 0,5% (a) und 5,5% (b). Die lokalen von Mises Dehnungen bei einer Verformung von 0,5% sind in (a) überlagert und weisen auf den Ort des späteren Versagens, wie in (b) zu erkennen, hin.

und unterstreichen die Bedeutung der Mikrostruktur für die mechanischen Eigenschaften dieser Strukturen. Die Tests wurden in regelmäßigen Abständen pausiert, um Aufnahmen der verformten Probe zu erhalten, mithilfe derer die lokalen Dehnungen über DIC berechnet wurden. Die Ergebnisse zeigen bereits bei elastischer Verformung lokal erhöhte Dehnungen, welche in den Bereichen des späteren Versagens auftreten und im Einklang zu der per FEM berechneten Dehnungsverteilung stehen (Abbildung 2).

In Zugversuchen trat das Versagen durch Ablösung der Grenzschicht zwischen der Gitterstruktur und dem Vollmaterialbereich ein. Die Ursache dafür scheint durch die Laser-Belichtungsstrategie während des Herstellprozesses und somit durch besondere mikrostrukturelle Ausprägungen bedingt zu sein. Weitere Untersuchungen werden an dieser Stelle folgen, um die wirksamen Mechanismen aufzudecken. Um die eigentliche Gitterstruktur unter Zugbeanspruchung erproben zu können wurde die Aufbaurichtung des schichtweise arbeitenden Prozesses geändert. Anschließende Versuche zeigten, dass dadurch der gewünschte Versagensmechanismus eingestellt werden konnte.

## AUSBLICK

Die Versuche werden auf tiefere Untersuchungen der Ti-6Al-4V Legierung unter Zugbeanspruchung ausgeweitet. Ferner werden Proben aus einer Ni-Basis-Superlegierung gefertigt und ebenfalls entsprechend wärmebehandelt. Dabei werden wiederum verschiedene mikrostrukturelle Zustände eingestellt, um das mechanische Verhalten gezielt zu beeinflussen. Ergänzende Untersuchungen werden ebenfalls DIC-Analysen sowie Mikrostrukturuntersuchungen umfassen.

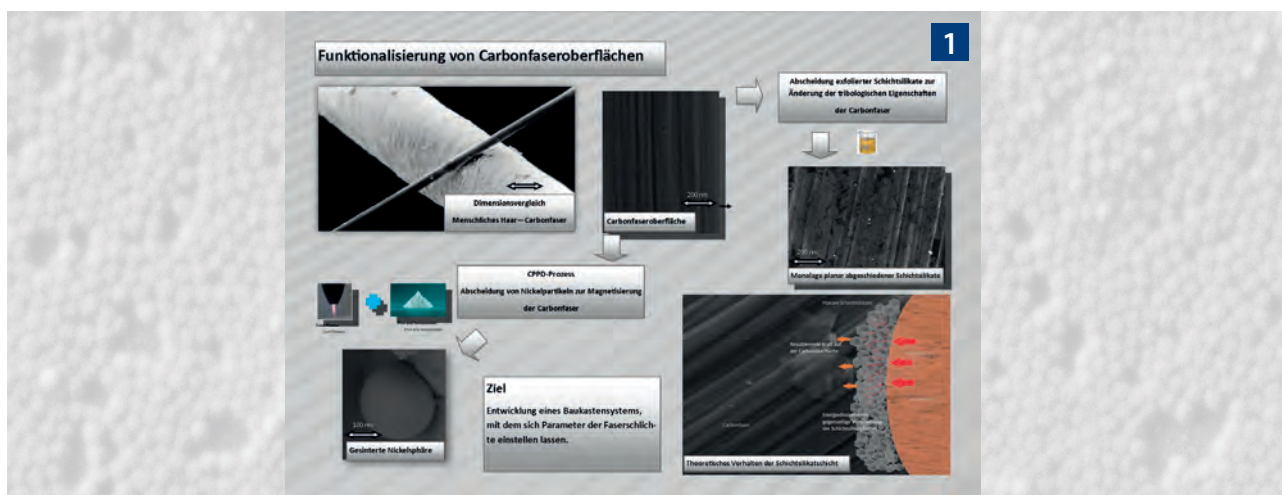
Hinsichtlich der Geometrieoptimierung, werden Weiterentwicklungen der CAD- und SLM-Daten erforderlich sein, um die Herstellung weiterer Gittertypen auf Basis der bisherigen Geometrie umzusetzen.

## AUTHOREN

Florian Brenne, Mirko Schaper

Bisher erschienene Veröffentlichung zu diesem Thema:

- [1] B. Gorny, T. Niendorf, J. Lackmann, M. Thoene, T. Troester, H. J. Maier: In situ characterization of the deformation and failure behavior of nonstochastic porous structures processed by selective laser melting. *Materials Science and Engineering A* 528 (2011), 7962-7967.



## COATING MATERIALS & POLYMERS (CMP)

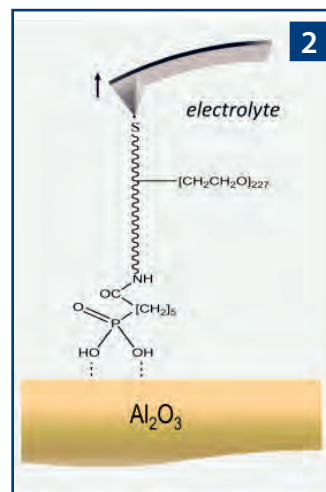
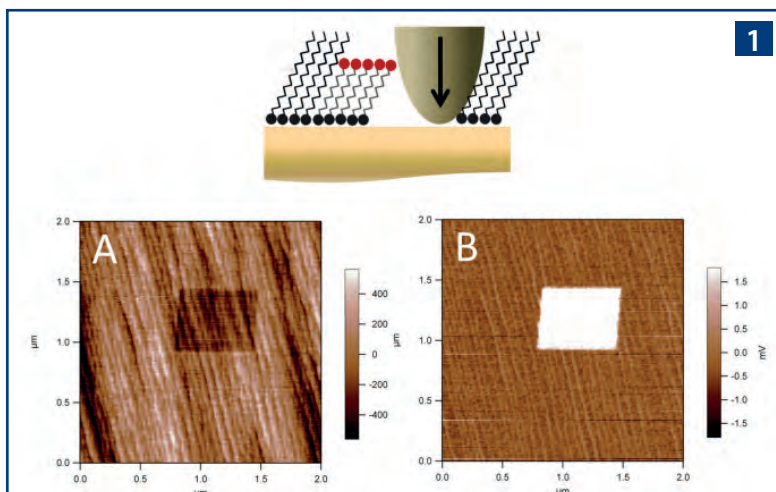
Das Fach „Coating Materials & Polymers“ betreibt eine angewandte Material- und Prozesswissenschaft, die Überlappungen mit Bereichen der klassischen Chemie und Synergie-Potential mit dem in Paderborn etablierten Maschinenbau und dem neu gegründeten ILH aufweist. Dies trifft vor allem für die Partikelherstellung und -funktionalisierung, Grenzphasenprozesse zwischen Composite-Werkstoffen, Klebe- und Fügetechnologie sowie für die Entwicklung neuer Hochleistungspolymere zu. Als Leitthema kann damit „Polymere Materialien und Prozesse“ (PMP) formuliert werden. Beispiele für bereits ausgeführte Projekte sind die Entwicklung einer Easy-to-Clean-Beschichtung von Beton und Automobilfelgen, der Austausch von umweltschädlichen Lösemitteln gegen unbedenkliche in Drahtlacken und die korngrenzenselektive Abscheidung von korrosionshemmenden Polymeren auf verzinkten Stahlsubstraten sowie die Entwicklung eines Gleitlacks, welcher triboreduktive Funktionalitäten als nicht-lösliche und nicht-abrasive Einheiten enthält. Hochleistungs- und hochtemperaturbeständige Polymere für Membranen für Gasseparation und Brennstoffzellen sowie als Klebverbindung für hochbelastbare Polymere wie z.B. PEEK entwickelt sowie strukturierte Beschichtungen mit anisotropischen Eigenschaften durch gezieltes Einbringen von anisometrischen nanostrukturierten Partikeln wie Schichtsilikate oder Graphene. Der industrielle Prozess „Lack“ (Rohstoffentwicklung und -funktionalisierung) wird in seinen wechselseitigen Abhängigkeiten betrachtet.



## PROF. DR. RER. NAT. WOLFGANG BREMSER

leitet seit Oktober 2003 das Fachgebiet Chemie und Technologie der Beschichtungsstoffe (Colloids and Coatings) an der Universität Paderborn. Er studierte von 1982 bis 1988 Chemie an der Johannes Gutenberg -Universität Mainz. Die Diplomarbeit fertigte er in Physikalischer Chemie der Universität Mainz unter Anleitung von Prof. Dr. H. Sillescu zum Thema „Untersuchungen zum Quellungsverhalten von Mikronetzwerken“ an. In der darauf folgenden Dissertation befasste er sich dort mit der „Synthese von Mikronetzwerken durch Mikroemulsionspolymerisation - Charakterisierung und Dynamik in der Schmelze“. Die Dissertation wurde im Juni 1991 abgeschlossen. Anschließend trat er in die BASF Coatings in Münster ein. Von 1991 bis 1997 beschäftigte er sich dort mit der Entwicklung von Elektrotauchlacken. Ab 1997 leitete er das Projekt „Lösemittelfreie Lacke für alle Anwendungsgebiete“.

[1] Funktionalisierung von Carbonfaseroberflächen



## STRUKTUREN, KRÄFTE UND PROZESSE AN MATERIALGRENZFLÄCHEN

Grenzflächenchemische Prozesse sind von herausragender Bedeutung für viele Verfahrenstechnologien, die Funktionalität und Stabilität von Verbundwerkstoffen und Kompositmaterialien, sowie für die Weiterentwicklung der Oberflächen- und Partikeltechnik. Der Lehrstuhl für Technische und Makromolekulare Chemie entwickelt dazu neue Ansätze in den Bereichen der in-situ Analytik von Grenzflächenprozessen (z.B. Adsorption, Enthaftung, Selbstorganisation, Korrosion, ...) und der Messung und quantenmechanischen Berechnung von molekularen Kräften. Zudem werden neue Schichtbildungsprozesse für Anwendungen im Bereich des Korrosionsschutzes, der haftstabilen Verbindung von Werkstoffen entwickelt. Die interdisziplinären Arbeiten verknüpfen Bereiche der Spektroskopie, Mikroskopie und Elektrochemie mit neuen Methoden zur Synthese von funktionalen Materialien. Molekular definierte Systeme werden mittels optischer in-situ Spektroskopie (z.B. Raman und FTIR-Spektroskopie), Elektronenspektroskopie (XPS, AES), Methoden der Raster-Kraftmikroskopie (z.B. Einzelmolekül-Kraftspektroskopie) sowie der Elektrochemie hinsichtlich ihrer Struktur-Eigenschafts-Korrelation hin untersucht. Begleitet werden ausgewählte experimentelle Arbeiten durch Untersuchungen basierend auf DFT (Dichtefunktionaltheorie) Rechnungen.

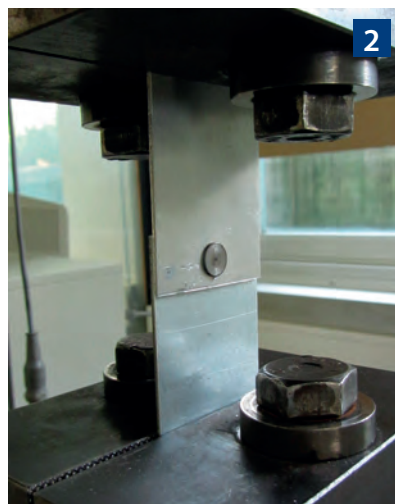


### PROF. DR.-ING. GRUNDMEIER

ist seit Dezember 2006 Professor für Technische und Makromolekulare Chemie an der Universität Paderborn. Er studierte zwischen 1988 und 1993 Chemie an der Universität Dortmund und promovierte 1997 an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen. Nach einem Post-Doc Aufenthalt bei den Bell-Laboratorien in Murray Hill 1998 (in New Jersey, USA) leitete er von 1999 bis 2001 eine Abteilung für Grenzflächenchemie und Elektrochemie als Teil der zentralen Forschung der ThyssenKruppStahl AG. Von Juli 2001 bis November 2006 leitete er die Arbeitsgruppe für „Adhäsion und Dünne Schichten“ am MPI für Eisenforschung in Düsseldorf. 2003 wurde er zum Leiter des Christian-Doppler-Labors für Polymer/Metall-Grenzflächen berufen. Im Juli 2006 schloss er seine Habilitation im Bereich der Materialwissenschaften an der Ruhr-Universität Bochum ab. Von 2009 bis 2011 war Herr Prof. Grundmeier Vorstandsvorsitzender des neu gegründeten Instituts für Polymere Materialien und Prozesse an der UPB. Seit September 2012 ist er stellvertretender Vorsitzender des Instituts für Leichtbau mit Hybridssystemen (ILH).

[1] und [2] Nanografiting und Einzelmolekül-Kraftspektroskopie zur Analyse lokaler molekularer Adhäsion auf Einkristalloberflächen





## LABORATORIUM FÜR WERKSTOFF- UND FÜGETECHNIK

Der steigende Druck des Gesetzgebers zur Energie- bzw. Emissionseinsparung und die damit einhergehende Notwendigkeit zur Reduzierung bewegter Massen führt verstärkt zu Mischbauweisen mit Hochleistungswerkstoffen wie Höchstfesten Stählen, Leichtmetallen und Hochleistungskunststoffen. Die Schlüsseltechnik für die Realisierung bezahlbarer Leichtbaustrukturen sind werkstoffgerechte und produktive Fügetechnologien. Ein Beispiel für das Fügen im Bereich der Mischbaustrukturen ist das neu entwickelte Reibelementschweißen – Abbildung. Dieses innovative Fügeverfahren ermöglicht das prozessichere Fügen verschiedener Metalle, wie z.B. Aluminium mit höchstfesten Stählen, aber auch artverschiedene Materialien wie z.B. faserverstärkte Kunststoffe mit Metallen. Die Fügetechnik ist nicht nur in Bezug auf den Leichtbau, sondern auch in vielen anderen Wirtschaftszweigen, wie z.B. der Medizintechnik, Energieanlagenbau, Aufbau- und Verbindungstechnik, die Schlüsseltechnik zur Realisierung innovativer Produkte.

Den Forschungsschwerpunkt des Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF) bildet die Neu- und Weiterentwicklung mechanischer, klebtechnischer, thermischer und hybrider Fügetechniken für das Verbinden von neuen Hochleistungswerkstoffen. Dabei arbeitet das LWF eng eingebunden in einem Netzwerk aus KMU, Großunternehmen und Förderorganisationen und erbringt sowohl grundlagenorientierte Ergebnisse als auch solche mit hoher Anwendungsrelevanz. Das LWF blickt auf eine mehr als 37 Jährige Erfolgsgeschichte zurück.

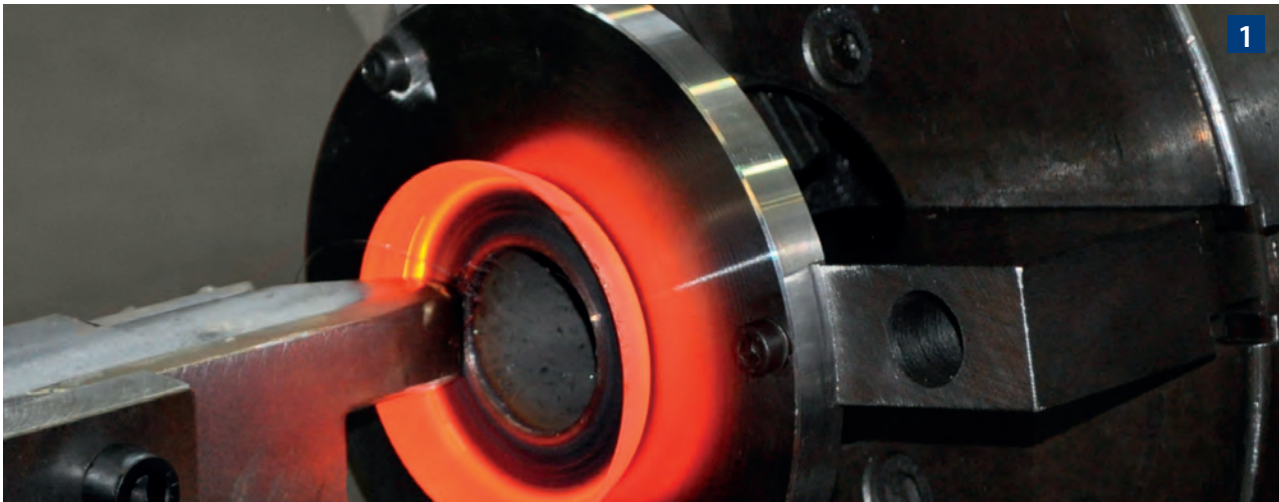


## PROF. DR.-ING. GERSON MESCHUT

Seit September 2011 führt Gerson Meschut das LWF. Nach seiner Promotion mit Auszeichnung am LWF 1998 wechselte er 2000 in die F&E der VW AG und 2005 in die Geschäftsführung der Wilhelm Böllhoff GmbH & Co. KG. 2011 folgte er dem Ruf an die Universität Paderborn. Er engagiert sich ebenfalls in zahlreichen Fachgremien.

[1] Versuchsstand „Reibelementschweißen“

[2] Eine widerstandselementgeschweißte Mischverbindung im Lebensdauerversuch.



1

## LEHRSTUHL FÜR UMFORMENDE UND SPANENDE FERTIGUNGSTECHNIK

Die Umformtechnik ist heute oftmals der Schlüssel für die effiziente, ressourcenschonende Herstellung innovativer, neuartiger Produkte mit hohem Gebrauchswert. Am Lehrstuhl für Umformende und Spanende Fertigungstechnik (LUF) der Universität Paderborn wird intensiv an einer Weiterentwicklung der Produktionstechnik und hier insbesondere der Umformtechnik gearbeitet. Dabei konzentriert sich die Forschungstätigkeit besonders auf die Untersuchung und Auslegung von Prozessen, Werkzeugen und Maschinen zur flexiblen und effizienten Fertigung von Bauteilen aus Blech und Profilen. Verfahrenstechnische Schwerpunkte sind:

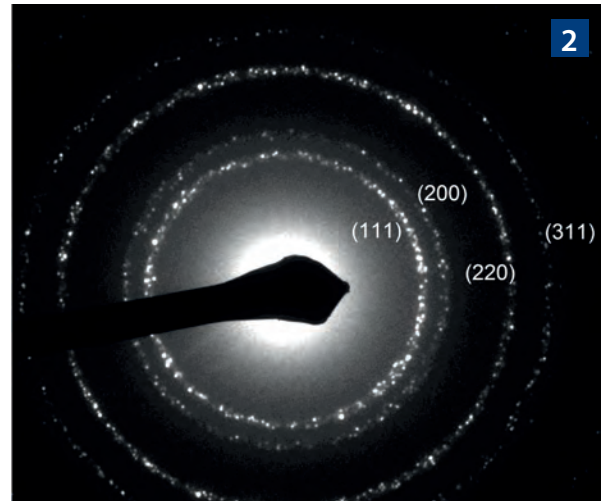
- Verfahren der inkrementellen Umformung,
- Verfahrensgruppe der wirkmedienbasierten Umformverfahren
- Verfahren der Hochgeschwindigkeitsumformung
- Umformverfahren zur Umformung von Hybrid-Werkstoff-Systemen



## PROF. DR.-ING. WERNER HOMBERG

ist seit 2007 Professor für Umformende und Spanende Fertigungstechnik an der Universität Paderborn. Er studierte Maschinenbau an der Universität Dortmund. Nachfolgend promovierte er an der TU Dortmund mit Auszeichnung bei Prof. Kleiner. Anschließend übernahm er als Oberingenieur die Leitung der Arbeitsgruppe Blechumformung am Institut für Umformtechnik und Leichtbau der Universität Dortmund. Neben dem Studium und der Beschäftigung als wissenschaftlicher Mitarbeiter war er in der Geschäftsführung in einem kleineren mittelständischen Unternehmen der Blechverarbeitung tätig

[1] Reib-Drücken-Stahlbearbeitung



## NANOSTRUKTURIERUNG, NANOANALYSE UND PHOTONISCHE MATERIALIEN

Die makroskopischen Eigenschaften moderner Materialien werden in der Regel durch die innere Struktur und chemische Zusammensetzung auf mikroskopischer Skala festgelegt. Häufig stehen dabei die Eigenschaften an internen Grenzflächen oder an Oberflächen alles entscheidend im Vordergrund. Die AG Lindner beschäftigt sich daher mit der gezielten Nanostrukturierung von Oberflächen und der Materialcharakterisierung dünner Schichten, Nanosysteme und Grenzflächen. Zur Herstellung von Nanostrukturen werden sowohl kostengünstige Selbstorganisationverfahren (Nanokugellithographie) als auch höchst präzise top-down-Verfahren wie Elektronenstrahlolithographie, Methoden der physikalischen Abscheidung aus der Gasphase wie Aufdampfen, Molekularstrahlepitaxie und Sputtern, plasmaunterstützte chemische Abscheidung aus der Dampfphase (PECVD) sowie Plasma- und Ionenstrahltechniken eingesetzt. Die Materialcharakterisierung erfolgt vor allem mit modernen Methoden der Raster- und Transmissionselektronenmikroskopie (SEM, STEM, TEM) und der hiermit verbundenen Spektroskopien (energie-dispersive Röntgenspektroskopie EDS, Elektronenenergieverlustspektroskopie EELS, energiegefilterte TEM), was eine Struktur- und Elementanalyse bei einer Auflösung bis in den atomaren Bereich ermöglicht. Diese atomistische Charakterisierung erlaubt die Entwicklung sowohl funktioneller, photonischer Materialien als auch hybrider Strukturmaterialien.

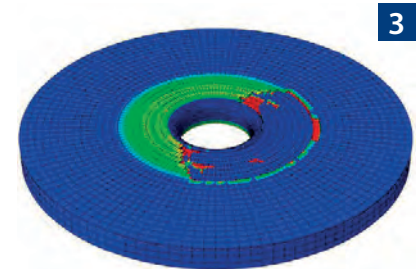
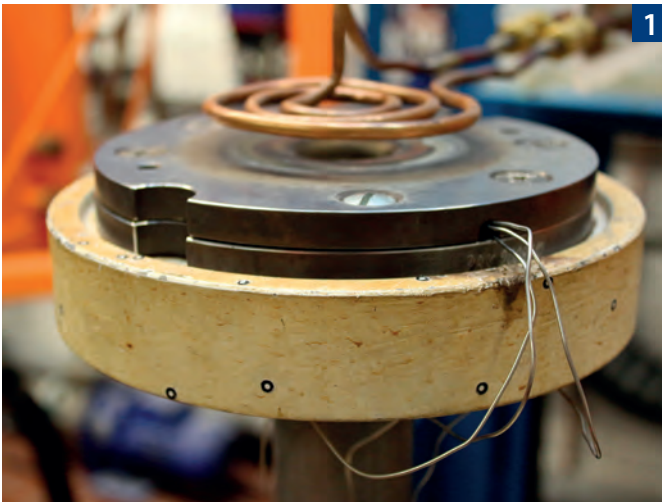


### PROF. DR. RER. NAT. JÖRG K. N. LINDNER

studierte Physik an der Universität Dortmund und promovierte 1989 mit einer Arbeit über eine neue Methode zur Herstellung epitaktischer Metallsilizid-Dünnschichten für die Mikroelektronik. Nach einer Tätigkeit als Postdoktorand arbeitete er am Aufbau des Instituts für Physik der Universität Augsburg mit und leitete als Akademischer Rat, Oberrat und Direktor eine Arbeitsgruppe für Ionenstrahlphysik, Elektronenmikroskopie und Nanostrukturen. Als Mitglied im Vorstand der Europäischen Materialforschungsgesellschaft EMRS engagiert er sich seit 1999 für eine gute Kooperation unter Materialwissenschaftlern in Europa. 2000 habilitierte er sich mit einer Arbeit über die Synthese epitaktischer SiC-Schichten in Silizium. Forschungsaufenthalte führten ihn nach Japan, Spanien und mehrfach nach Hong Kong, bevor er 2007 in Augsburg zum Professor ernannt wurde. Seit April 2009 ist er als Professor für Experimentalphysik an der Universität Paderborn tätig

[1] Transmissionselektronenmikroskopie in der AG Lindner

[2] Elektronenbeugungsdiagramm einer polykristallinen Al-Dünnschicht



## TECHNISCHE MECHANIK

Die Entwicklung und Herstellung innovativer Produkte mit neuartigen Materialien ist ein wichtiges Arbeitsfeld im Ingenieurwesen. Das gilt z. B. im automobilen Leichtbau für den Einsatz hochfester hybrider Verbundstrukturen mit dem Ziel der Schadstoffreduzierung. Um optimale Materialeigenschaften bei gleichzeitig gefahrfreier Auslegung von Bauteilen und Maschinen zu gewährleisten, sind vertiefte Kenntnisse von Berechnungsverfahren erforderlich. Im Studium erlernen die Studierenden die sichere Beherrschung physikalischer Gesetzmäßigkeiten der Kinematik, Statik und Kinetik sowie weiterführende Berechnungsverfahren bei Berücksichtigung komplexen Materialverhaltens für dreidimensionale Strukturen. Es werden insbesondere vertiefte Kenntnisse der Finite-Element-Methode gelehrt. Somit werden die Studierenden mehrschichtig auf die in der Industrie ständig steigenden Herausforderungen zur zuverlässigen Simulation für neue Werkstoffe vorbereitet.

Zu unseren Forschungsaufgaben gehören u. a.:

Parameteridentifikation nichtlinearer Werkstoffe unter Verwendung optischer Methoden, Adaptive Netzverfeinerung für Parameteridentifikation und Phasenfeldsimulation, Parameteridentifikation mit stochastischen Methoden, Mehrskalenmodellierung heterogener Materialsysteme wie mehrlagige Werkzeugbeschichtungen, Simulation von Fertigungsprozessen unter Berücksichtigung von Phasenumwandlungen, Simulation anisotroper Kunststoffe infolge des Reckvorgangs, Simulation inelastischer Klebschichten und faserverstärkter Kunststoffe des Automobilleichtbaus.



## PROF. DR.-ING. ROLF MAHNKEN

Prof. Dr.-Ing. Rolf Mahnken wurde im November 2002 auf den Lehrstuhl für Technische Mechanik an der Universität Paderborn berufen. Er war zuvor an der Universität Hannover, der Chalmers University of Göteborg, Schweden, sowie im Gasturbinenbau in der Industrie tätig. Die Arbeitsgebiete von Prof. Mahnken sind Materialsimulation, Finite-Element-Methode, Kontinuumsmechanik, Phasenumwandlungen, Numerische Methoden und Parameteridentifikation. Zu diesen Themen sind bisher mehr als 90 Veröffentlichungen in überwiegend internationalen Fachzeitschriften und Proceedingsbänden erschienen. Hinzu kommen diverse Gutachtertätigkeiten.

Aktuelle Gremienarbeiten

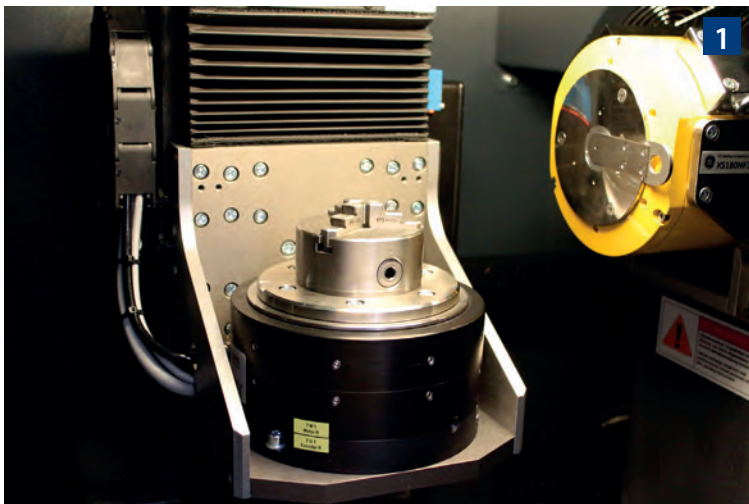
Vorsitzender des Promotionsausschusses, seit Oktober 2004; Mitglied der Studienkommission, seit Oktober 2004;

Mitglied der Prüfungskommission, seit Oktober 2004; Mitglied im Fakultätsrat, Seit Oktober 2013.

[1] Versuchsaufbau im Thermoschockprüfstand

[2] Simulation der Schädigung am Werkzeug

[3] Grafische Darstellung der Schädigung des Werkzeugs



## DIE KUNSTSTOFFTECHNIK PADERBORN (KTP)

steht seit nun fast 30 Jahren für eine erfolgreiche Erforschung und Entwicklung von Verarbeitungsprozessen im Bereich der Kunststoffe. Die Forschung und Entwicklung am KTP dreht sich rund um Polymere als innovative Werkstoffe, die stetig größere Bedeutung im modernen Maschinenbau, insbesondere in der Automobilindustrie erlangen und traditionelle Materialien aus ihren Anwendungsbereichen verdrängen. Eines der Hauptziele der Forschungstätigkeiten der Kunststofftechnik Paderborn ist die Erweiterung der Anwendungsgebiete von Kunststoffen in technischen Bereichen durch den Einsatz neuer, innovativer Materialien, praxisrelevanter Grundlagenforschung sowie einem effektiven Technologietransfer durch stetigen Kontakt mit Industriepartnern.

Die Kompetenzen der beiden Arbeitsgruppen Kunststofftechnologie und Kunststoffverarbeitung liegen insbesondere im Bereich der Materialanalyse mittels diverser Prüfverfahren, der Kennwertermittlung für die Verarbeitung, der Prozessanalyse und -entwicklung (Spritzgießen, Extrusion, Kunststoff-Fügetechnik), sowie der Modellbildung, Simulation und Softwareentwicklung.

Forschungsprojekte umfassen Themengebiete der Verarbeitungsprozesse, der Fügetechnik, der Werkstoff- bzw. Bauteilprüfung und der Simulation.



## PROF. DR.-ING. ELMAR MORITZER

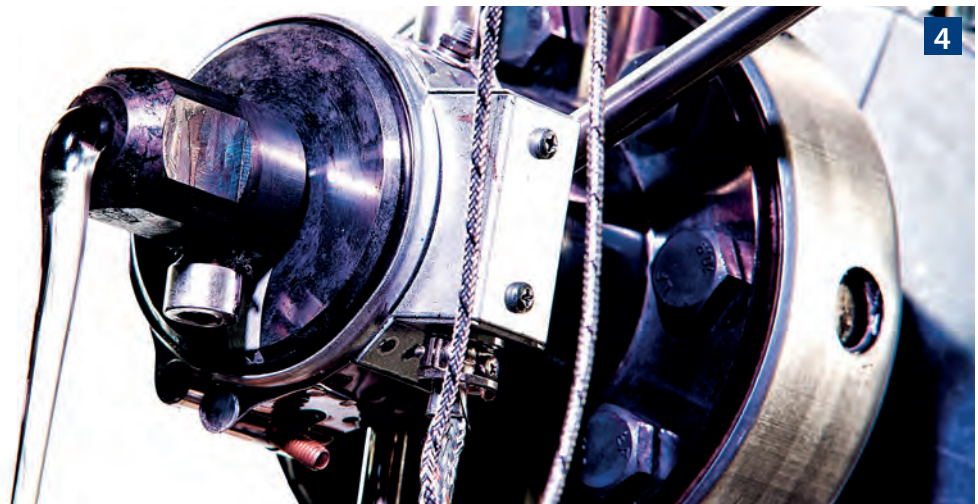
ist seit 2008 Leiter des Lehrstuhls für Kunststofftechnologie. Er studierte an der Universität Paderborn Maschinenbau und promovierte am KTP zum Thema „Phänomenorientierte Prozess- und Formteilloptimierung von thermoplastischen GIT-Spritzgießartikeln“. Nach seiner Promotion arbeitete er als Oberingenieur am Lehrstuhl für Konstruktionslehre und Kunststoffmaschinen an der Universität Essen. Während seiner Zeit in der Industrie war er in unterschiedlichen Positionen bei der Firma Hella KGaA tätig. Prof. Moritzer ist Mitglied im Wissenschaftlichen Arbeitskreis Kunststofftechnik (WAK).

[1] Der Computertomograph „nanotom s“ gewährt Einblick ins Innere von Probekörpern aus Kunststoff und Verbundwerkstoffen.

[2] An der vollautomatisierten Klebanlage mit frei programmierbarer CNC-Steuerung finden unter anderem Forschungen zum Thema Plasma-Behandlung statt.

[3] Auf dem Prototyp einer Heizelementsweißanlage mit Linearantrieb können Kunststoffprobekörper mit Hochgeschwindigkeit verschweißt werden.

[4] Die Simulation des Materialverhaltens zur Auslegung von Verarbeitungsmaschinen (z.B. das Aufschmelzverhalten im Extruder) ist einer der Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe von Prof. Schöppner.



Im Rahmen der Verarbeitungsprozesse erforschen die Professoren Elmar Moritzer und Volker Schöppner Spritzgießprozesse (z. B. Gasinnendrucktechnik, 2K-Spritzgießen, Spritzgießen faserverstärkter Kunststoffe, Spritzgießen hybrider polymerer Tragstrukturen), Extrusionsprozesse (z. B. Einschnckenextrusion, Doppelschnckenextrusion, Compoundierung, Folienextrusion) sowie die Umformung thermoplastischer Halbzeuge oder die Inline-Herstellung von Hybridsystemen/hybriden Halbzeugen.

In der Kunststofffügetechnik stehen Kunststoffschweißprozesse (z. B. Schweißen von Anbauteilen an thermoplastische Hybridsysteme), Kunststoff-Klebtechnik (z. B. Verbindung von Metall und Hybridsystemen bzw. Thermoplasten und/oder Duromeren) und Mechanische Fügetechniken (z.B. das neu entwickelte Schraubblindnietverfahren) im Fokus der Forschungsaktivitäten.

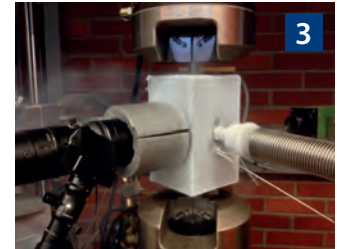
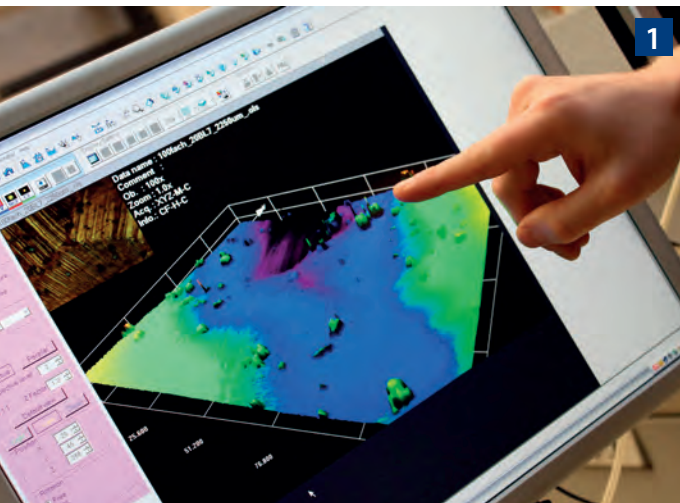
Die Kunststofftechnik Paderborn entwickelt seit mehreren Jahren Simulationssoftware für die Kunststoffverarbeitung (z. B. „REX - Rechnergestützte Extruderauslegung“, „SIGMA - Simulation gleichläufiger Doppelschnckenmaschinen“, „PAM - Paderborner Materialdatenbank“) und unterstützt namhafte Unternehmen der Kunststoffindustrie bei der Anwendung dieser Software.

Für die Prüfung und Analyse von Materialien und Bauteilen werden verschiedenste mechanische Prüfverfahren, sowie DSC, TMA, Mikroskopie, Computer-Tomographie und viele weitere kunststoffspezifische Prüfverfahren eingesetzt.



## **PROF. DR.-ING. VOLKER SCHÖPPNER**

ist seit Februar 2007 Professor für Kunststoffverarbeitung am KTP. Nach seinem Diplom an der Universität Paderborn (1989) arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Oberingenieur am KTP. 1995 promovierte er dort zum Thema „Simulation der Plastifiziereinheit von Einschnckenextrudern“. Nach einer Tätigkeit in Remscheid bei der Barmag AG folgte im Jahr 2000 die Habilitation zum Thema „Verfahrenstechnische Auslegung von Extrusionsanlagen“. Von 1999 bis 2007 war er in verschiedenen Positionen bei der Hella KGaA in Lippstadt tätig. Seit Oktober 2011 ist Volker Schöppner Dekan der Fakultät für Maschinenbau an der Universität Paderborn.



## LEHRSTUHL FÜR WERKSTOFFKUNDE

Der Forschungsschwerpunkt des Lehrstuhls für Werkstoffkunde (LWK) ist die Entwicklung von validierten Werkstoffmodellen, die eine Vorhersage der Werkstoff- und Bauteileigenschaften unter praxisrelevanten Beanspruchungsbedingungen ermöglichen. In den überwiegend experimentell ausgerichteten Arbeiten wird hierzu das makroskopische Werkstoffverhalten unter überlagerten mechanischen, korrosiven und thermischen Beanspruchungsbedingungen untersucht. Im Mittelpunkt des Interesses stehen überwiegend metallische Konstruktionswerkstoffe.

Die Forschungsarbeiten erstrecken sich hier vor allem auf die Themengebiete:

- Hochtemperaturermüdung von Nickelbasis-Superlegierungen und Titanaluminiden
- Ultrafeinkörnige Werkstoffe
- Ermüdungsverhalten von TWIP-Stählen
- Hochtemperatur- und magnetische Formgedächtnislegierungen
- Schädigungsentwicklung in Nanocompositbeschichtungen
- Phasenumwandlung von Stählen und Texturentwicklung in Aluminiumlegierungen im
- Sonderforschungsbereich Transregio 30 (SFB TRR 30)
- Leichtbauverbundstrukturen
- Optimierung von mittels Laser-Schmelz-Verfahren gefertigten Werkstoffen

Darüber hinaus werden die Durchführung von Materialprüfungen, Untersuchung von Schadensfällen und Fortbildungsveranstaltungen als Dienstleistungen angeboten.



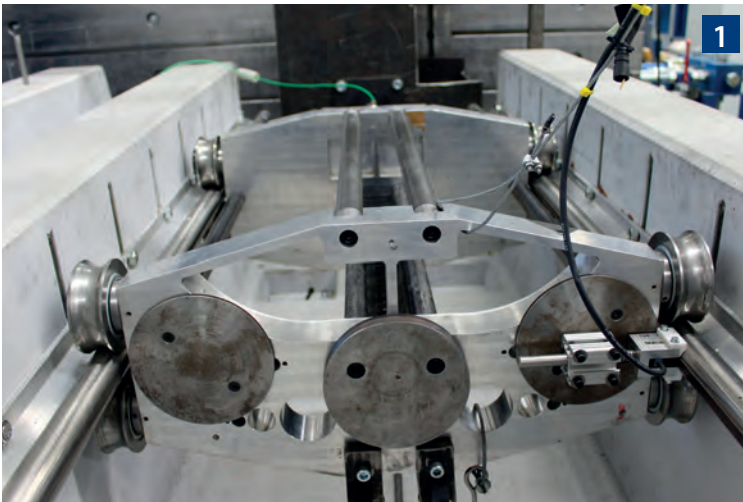
## PROF. DR.-ING. MIRKO SCHAPER

ist seit Juni 2013 Leiter des Lehrstuhls für Werkstoffkunde in der Fakultät für Maschinenbau. Zuvor war er von 1998 bis 2013 als Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Oberingenieur am Institut für Werkstoffkunde in Hannover tätig. Nach seiner Promotion zum Thema Gießtechnik von Magnesium folgte die Habilitation auf dem Gebiet der modernen hochfesten Stähle. Im Juni 2013 folgte er dem Ruf der Universität Paderborn. Hier liegt sein wissenschaftlicher Schwerpunkt auf der Untersuchung des Einflusses der Mikrostruktur auf das makroskopische Verhalten metallischer Werkstoffe. Zusätzlich ist der Aufbau eines Gießereischwerpunktes geplant. Neben Forschung und Lehre engagiert sich Prof. Schaper auch intensiv bei der Nachwuchsförderung. Insbesondere „Forschergeist“ und die Förderung junger Existenzgründer liegen ihm am Herzen. Prof. Schaper ist Ehrenmitglied der „Akademie der Hochschulwissenschaften der Ukraine“ und Mitglied des Vorstandes des Zentrums für Festkörperchemie und neue Materialien.

[1] Topografieanalyse mittels konfokaler Laser-Scanning-Mikroskopie.

[2] Rasterelektronenmikroskop mit EBSD- und EDX-Einheit.

[3] Cryokammer zur Untersuchung des Phasenumwandlungsverhaltens von Formgedächtnislegierungen.

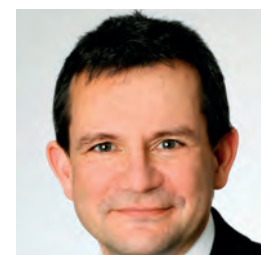


## LEICHTBAU IM AUTOMOBIL

Die Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls für Leichtbau im Automobil (LiA) umfassen innovative Lösungen für den automobilen Leichtbau. Im Bereich von Stahlbauteilen beschäftigt sich die Forschung mit der gezielten Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften wie auch mit Herstell- und Weiterverarbeitungsverfahren. Ein Schwerpunkt liegt z. B. auf der Einstellung von unterschiedlichen Eigenschaften innerhalb eines Bauteiles, bspw. durch eine partielle Härtung.

Darüber hinaus beschäftigt sich der Lehrstuhl mit Faserverstärkten Kunststoffen. Diese weisen von allen Konstruktionswerkstoffen die höchsten spezifischen Festigkeits- und Steifigkeitswerte auf. Vielfach können durch die hohen Material- und Verarbeitungskosten die Potentiale dieser Werkstoffklasse aber nicht in Großserienanwendungen umgesetzt werden, so dass ein wichtiger Forschungsschwerpunkt in der Entwicklung großserientauglicher Produktionsverfahren liegt.

Abgerundet wird das Forschungsspektrum des Lehrstuhls für Leichtbau im Automobil durch die Entwicklung, Herstellung und den Einsatz von hybriden Hochleistungsbauteilen. Hybride Bauteile bestehen aus Materialkombinationen, wie zum Beispiel Metall/FVK-Verbänden. Diese Multimaterialsysteme, bei denen die Werkstoffe lokal variabel kombiniert werden können, erlauben eine optimale Anpassung an die Belastungssituation der Bauteile. Damit kann ein sehr guter Materialausnutzungsgrad und somit ein niedriges Gewicht der Bauteile erzielt werden.



## PROF. DR. RER. NAT. THOMAS TRÖSTER

ist seit 2007 Professor für Leichtbau im Automobil. Nach dem Physik-Studium und der Promotion im Bereich Hochdruckphysik an der Universität Paderborn verbrachte er einen einjährigen Forschungsaufenthalt in Brasilien. Von 1995-2000 arbeitet er an seiner Habilitation in Experimentalphysik erneut in Paderborn (Abschluss 2002). Von 2000-2005 leitete er den F&E-Bereich Werkstofftechnologie bei der Benteler Automobiltechnik. Von 2005-2007 war er Professor für Technische Mechanik und Physik an der FH Köln.

[1] Vorbereitung eines Hochgeschwindigkeitszugversuchs. Dieser liefert Kennwerte zur genauen Bauteilauslegung.

[2] Simulation eines Gesamtfahrzeugcrashs mit der FEM-Software LS-DYNA. Simulationen von verschiedenen Werkstoffen (z. B. Stahl, FVK) mit unterschiedlichen Programmen werden am Lehrstuhl durchgeführt

[3] Induktive Härtung von Stahlproben zur Ermittlung von mechanischen Werkstoffeigenschaften.

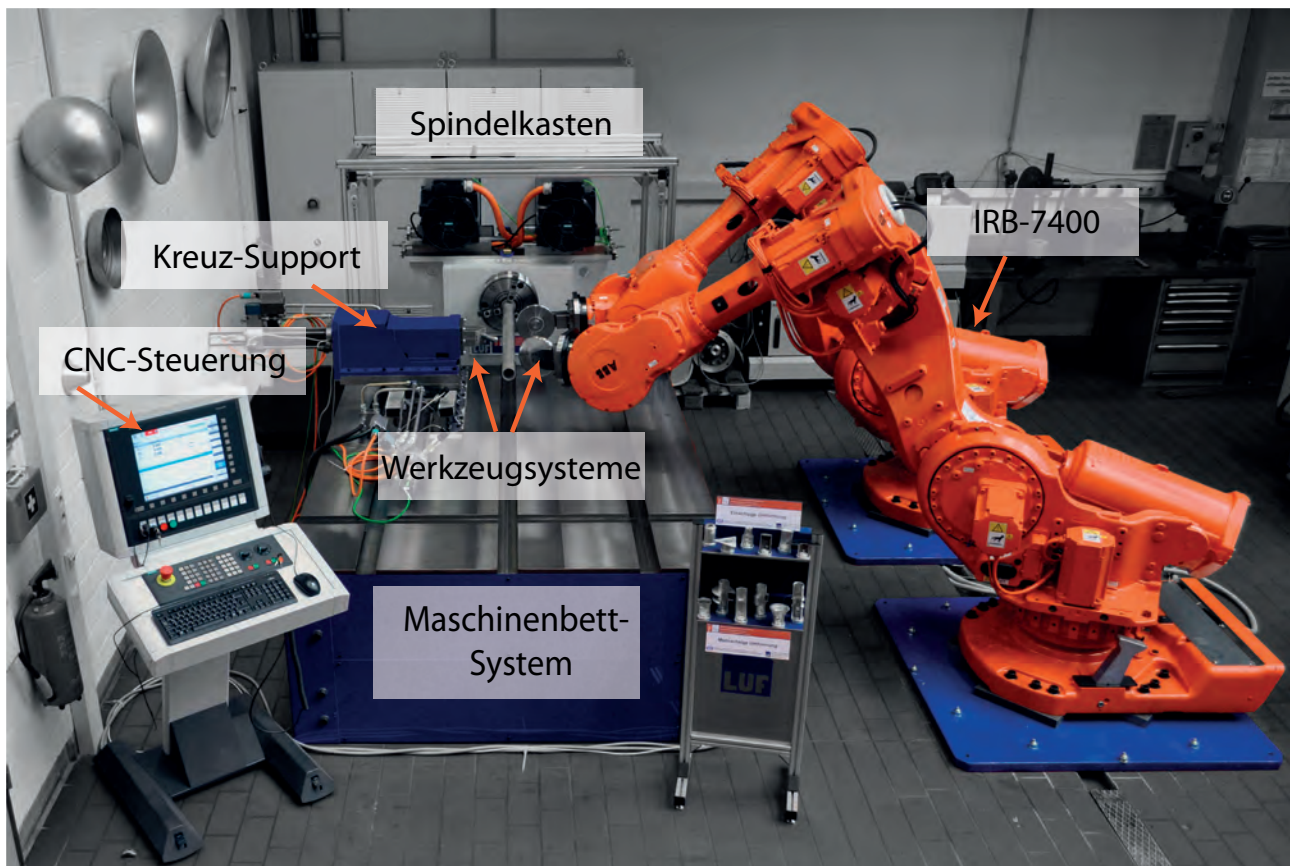


## NEUER VERSUCHSSTAND FÜR DAS REIB-DRÜCKEN

Im Sommer 2013 wurde am Lehrstuhl für Umformende und Spanende Fertigungstechnik unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Werner Homberg der neue Friction-Spinning Versuchsstand (FSV) für das Reib-Drücken in Betrieb genommen. Das innovative Fertigungsverfahren Reib-Drücken wurde im Jahr 2007 am Lehrstuhl entwickelt und wird derzeit in dem DFG-Sonderforschungsbereich Transregio 30 untersucht. Das Verfahren selbst ist durch Integration von thermo-mechanischen Reibprozessen aus dem Bereich des Reibschweißens in das inkrementelle Drückverfahren entstanden, mit dem Ziel bestehende Umformgrenzen bei konventionellen Umformverfahren zu erweitern.

Bedingt u.a. durch die limitierte Antriebsleistung des alten Versuchsstandes konnte das Potential des Verfahrens nicht annähernd erschlossen werden. Daher wurde ein neuer leistungsfähiger Versuchstand konzipiert und im Jahre 2011 als Großgerät bei der DFG beantragt. Für die technologischen Untersuchungen des Reib-Drückens bietet der neue FSV ideale Bedingungen:

- hohe Antriebsleistung (100kW)
- großer Drehzahleinstellbereich
- große Anzahl an Supportachsen (4) zum Aufbringen von Bearbeitungskräften
- 2 Schwerlastroboter zur Führung von Werkzeugen und Werkstücken und
- ein leistungsfähigeres Steuerungssystem



Der neue Friction-Spinning-Versuchsstand im Labor des Lehrstuhls für Umformtechnik.



**BIRKENHEUER, S.**  
„Alternative, environmentally friendly pretreatments on multi-metal constructions by organosilane-based conversion layers“. Betreuer: Grundmeier, G.; 2012



**LAMMEL, A.-M.**  
„Development and characterization of erosion-resistant metallic layers on composite materials“. Betreuer: Grundmeier, G.; 2012



**HESS, FELIX**  
„Generierung von Defekten auf der Waferkante mittels Nanosekunden-Laserablation für die Analyse von Messsystemen“. Betreuer: Lindner, J.; 2012



**MAXISCH, M.**  
„In-situ-FTIR-spectroscopic studies of organic acid monolayers on metal oxides in humid environments“. Betreuer: Grundmeier, G.; 2012



**HESSE, M.**  
„Analyse und Simulation der Strömungsverhältnisse in tangierenden Innenmischern“. Betreuer: Limper, A.; 2012



**POLLMANN, N.**  
„Phasenstrukturen in Hybridpolymeren und deren Einfluss auf Mechanik und Chemikalienbeständigkeit“. Betreuer: Bremser, W.; 2012



**HOFFSCHLAG, R.**  
„Nutzung eines neuen Antriebskonzeptes zur Analyse des Adhäsionsverhaltens niederviskoser Thermoplaste und Entwicklung einer Systematik zu Betriebspunktfindung und -überwachung beim Heizelementschweißen“. Betreuer: Schöppner, V.; 2012



**RUBITSCHKE, F.**  
„Biokompatible ultrafeinkörnige Niob-Zirkonium Legierungen – Integrität unter mechanischer und korrosiver Beanspruchung“. Betreuer: Maier, H. J.; 2012



**KAISER, ELMAR**  
„Scale-Up“ Methoden zur Prozessführung von 2K Spritzgussbauteilen im Hinblick auf Ihre Verbundhaftung“. Betreuer: Moritzer, E.; 2012



**SASSE, M.**  
„Selbstoptimierende Rohrextrusionslinien“. Betreuer: Schöppner, V.; 2012



**KLEINE, K.**  
„Funktionalisierung und Vernetzung von Polybenzimidazolen“. Betreuer: Bremser, W.; 2012



**TSCHUMAK, S.**  
„Experimentelle Untersuchungen des beanspruchungsabhängigen Umwandlungsverhaltens und der Umwandlungsplastizität des Stahls 51CrV4 in Anlehnung an einen thermo-mechanisch gekoppelten Umformprozess“. Betreuer: Maier, H. J.; 2012

## PROF. DR. WOLFGANG BREMSER

### Publikationen 2012

Phase behavior of aqueous hexamethoxymethyl melamine systems by: Kroeger, Alexander; Hiltrop, Karl; Bremser, Wolfgang. Progress in Organic Coatings, Volume 76, Issue 2-3, pages 335-340

### Patente

Polybenzimidazole modification and crosslinking method by reaction with halogen and double bond containing compounds

By: Blum, Stephan Ruediger; Kleine, Katharina; Bremser, Wolfgang. Assignee: White Fox Technologies Ltd., UK. Patent Information Jun 14, 2012, WO 2012075977

Procedure for the electroless coating of metals and use of the objects coated in this procedure

By: Bremser, Wolfgang; Wasserfallen, Daniel; Schwamb, Michael; Ettrich, Cindy; Sotke, Vera; Droll, Martin; Seewald, Oliver. Assignee: Chemetall GmbH, Germany. Patent Information Mar 15, 2012, DE 102011053509

Electric insulating coatings with improved antifriction behavior based on self-structuring surfaces by polydimethylsiloxane phase separations in hard polymer coatings

By: Bremser, Wolfgang; Ressel, Joerg; Reicher, Johann. Assignee: Schwering & Hasse Elektrodraht GmbH, Germany. Patent Information Feb 16, 2012, DE 102010039168

Self-structuring surfaces by polydimethylsiloxane phase separations in hard polymer coatings

By: Ressel, Joerg; Bremser, Wolfgang; Reicher, Johann; Stenzel, Volkmar; Brinkmann, Andreas. Assignee: Universitaet Paderborn, Germany; Fraunhofer-Gesellschaft zur Foerderung der Angewandten Forschung e.V. Patent Information Feb 16, 2012, WO 2012020068, DE 2010-102010039169 Method for autophoretic coating, coating agent, and multilayer paint

finish

By: Hintze-Bruening, Horst; Dornbusch, Michael; Toews, Sergej; Bremser, Wolfgang. Assignee: BASF Coatings GmbH, Germany; Universitaet Paderborn. Patent Information Jan 19, 2012, DE 102010019245, Nov 10, 2011 WO 2011138290

Radiation-curable coating material comprising unsaturated polyester resins and vinyl ethers

By: Fies, Matthias; Poth, Ulrich; Bremser, Wolfgang; Seewald, Oliver. Assignee: BASF SE, Germany ; Patent Information Mar 3, 2011, WO 2011023583

### Forschungsprojekte

ZIM-Projekte:

- Entwicklung eines Verfahrens zur Reinigung von Rußpartikelfiltern und Katalysatoren im eingebauten Zustand bei Fahrzeugen, Schiffen und stationären Verbrennungsmotoren
- Lignin als nachwachsender Rohstoff - Entwicklung von innovativen Klebsystemen und Beschichtungen mit Hilfe der elektrochemischen Fraktionierung und Modifizierung von Ligninen
- Entwicklung von WPC-Masterbatches auf der Basis von Rindervollblutmehl und Holzpartikeln BMBF (APRA):
- Biogene Nebenprodukte aus Palm Fettsäure Destillat als hydrophobierende Synthesebausteine in Acrylatdispersionen für Beschichtungsstoffe (BIOPHOB)

### Kooperationen

- Chemetall
- Schwering & Hasse Elektrodraht GmbH
- Materialinnovative Gesellschaft MIG
- Mankiewicz Gebr. & Co.
- BASF Coatings GmbH
- Fraunhofer-Institut für Holzforschung
- Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung

- Fudan Universität, Shanghai
- Daimler AG
- BMW AG
- Zentrum für Brennstoffzellen technik GmbH
- Pfänder KG

## PROF. DR.-ING. GUIDO GRUNDMEIER

### Publikationen 2012

C. Kunze, B. Torun, I. Giner, et al., Surface chemistry and nonadecanoic acid adsorbate layers on TiO<sub>2</sub>(100) surfaces prepared at ambient conditions, Surface Science (2012), 606, 19-20, 1527-1533.

M. Wiesener, R. Regenspürger, M. Pilz, D. Shchukin, A. Latnikova, J. Yang, G. Grundmeier, In-situ contact angle studies of the release of water displacing agents from capsule filled organic coatings, Surface & Coatings Technology (2012), 206, 21, 4481-4487.

N. Alissawi, V. Zaporozhchenko, T. Strunskus, T. Hrkac, I. Kocabas, B. Erkartal, V. S. K. Chakravadhanula, L. Kienle, G. Grundmeier, D. Garbeschönberg, F. Faupel, Tuning of the ion release properties of silver nanoparticles buried under a hydrophobic polymer barrier, Journal of Nanoparticle Research (2012), 14, 7, 928.

J. Zuo, P. Keil, G. Grundmeier, Synthesis and characterization of photochromic Ag-embedded TiO<sub>2</sub> nanocomposite thin films by non-reactive RF-magnetron sputter deposition, Applied surface Science, (2012), 258, 18, 7231-7237.

P. Thissen, V. Thissen, S. Wippermann, Y. J. Chabal, G. Grundmeier, W. G. Schmidt, pH-dependent structure and energetics of H<sub>2</sub>O/MgO(100), Surface Science (2012), 606, 11-12, 902-907.

K. Yliniemi, B. Özkaya, N. Alissawi, V. Zaporozhchenko, T. Strunskus, B.P. Wilson, F. Faupel, G. Grundmeier, Combined in situ electrochemical impedance spectroscopy-UV/Vis and

AFM studies of Ag nanoparticle stability in perfluorinated films, *Materials Chemistry and Physics* (2012), 134, 1, 302-308.

B. Torun, B. Ozkaya, G. Grundmeier, *Atomic Force Microscopy (AFM)-Based Nanografting for the Study of Self-Assembled Monolayer Formation of Organophosphonic Acids on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Single-Crystal Surfaces*, *Langmuir* (2012), 28, 17, 6919-6927.

K.A. Piegdon, M. Lexow, G. Grundmeier, H.S. Kitzerow, K. Parschke, D. Mergel, D. Reuter, A.D. Wieck, C. Meier, *All-optical tunability of microdisk lasers via photo-addressable polyelectrolyte functionalization*, *Optics Express* (2012), 20, 6, 6060-6067.

P. Lammel, L. D. Rafailovic, M. Kolb, K. Pohl, A. H. Whitehead, G. Grundmeier, B. Gollas, *Analysis of rain erosion resistance of electroplated nickel-tungsten alloy coatings*, *Surface & Coatings Technology* (2012), 206, 8-9, 2545-2551.

J. Lackmann, T. Niendorf, M. Maxisch, R. Regenspurger, G. Grundmeier und H. J. Maier, *Formability of thermally cured and of nanoclay-reinforced polyelectrolyte films on NiTi substrates*, *Journal of Materials Science* (2012), 47, 1, 151-161.

## Forschungsprojekte

- DFG Schwerpunktprogramm „Fügen durch Plastische Deformation“: Elektrochemisch unterstütztes Fügen
- DFG-Schwerpunktprogramm „Partikel im Kontakt- Mikromechanik, Mikroprozessdynamik und Partikelkollektive“: Grundlagen der Partikel-Partikel-Wechselwirkung
- DFG Sonderforschungsbereich Transregio 87 „Gepulste Hochleistungsplasmen zur Synthese nanostrukturierter Funktionsschichten“: Grundlagen der Wechselwirkung von Makromolekülen mit komplexen

anorganischen Oberflächen

- DFG-Projekt Struktur und Stabilität von Ag/Polymer Nanokompositsystemen
- DFG/AiF BestKleb Verständnis der Alterungsprozesse an Klebstoff/Metall-Grenzflächen
- RFCS Projekt DURAD „Durability of adhesively bonded surfaces finished galvanised steels in corrosive environments“: Einfluss von grenzflächen chemischen Prozessen auf die Klebstoffhaftung

## Kooperationen

Wissenschaftliche Partner:

- Christian Albrechts Universität Kiel, Fakultät Werkstoffwissenschaften
- RWTH Aachen, Fakultät Maschinenbau
- Ruhr Universität Bochum, Fakultäten: Materialwissenschaften, Geowissenschaften, Physik
- Instituto Superior Tecnico in Lissabon University of Aveiro, Fakultät für Materialwissenschaften
- TKK-Aalto University in Espoo (Helsinki, Finnland), Department für Technische und Physikalische Chemie
- Karl Winnacker Institut der DECHEMA, Frankfurt

Industriepartner:

- Audi AG
- BMW AG
- Chemetall AG
- Henkel KGaA
- Salzgitter AG
- ThyssenKrupp Stahl AG
- Voestalpine Stahl Linz AG

## Funktionen

- Stellvertretender Vorstandsvorsitzender des Instituts für Leichtbau mit Hybridsystemen
- Mitglied des Prüfungsausschuss des Department Chemie
- Mitglied des Fakultätsrates der Fakultät NW

**PROF. DR.-ING.  
WERNER HOMBERG**

## Referierte Publikationen

Homberg, W.; Hornjak, D.; Lossen, B.: "Friction-Spinning – A New Innovative Thermal Assisted Incremental Forming Process for the Manufacture of Complex Functionally Graded Workpieces". 1st International Conference on Thermo-Mechanically Graded Materials 2012, Kassel, Germany

Homberg, W.; Hornjak, D.; Lossen, B.; Struwe, A.: "New Innovative Tool Systems for the Production of Workpieces with Tailor-made Properties by Friction Spinning". *Metal Forming - 14th International Conference*, 2012, Krakau, Polen

Homberg, W.; Djakow, E.: "The investigation of a pneumomechanical high speed forming process; 13th International Scientific and Technical Conference". *The Progressive Engineering & Technique 2012*, Sewastopol, Ukraine

Homberg, W.; Djakow, E.; Akst, O.: "Some aspects regarding the use of a pneumomechanical high speed forming process". *5th International Conference on High Speed Forming 2012*, Dortmund, Germany

Damerow, U.; Borzykh, M.; Homberg, W.; Trächtler, A.: "A Self-Correcting Approach for the Bending of Metal Parts". *ESAFORM 2012*, Erlangen, Germany

Schmidt, H. C.; Damerow, U.; Lauter, C.; Gorny, B.; Hankeln, F.; Homberg, W.; Troester, T.; Maier, H.J.; Mahnken R.: "Manufacturing processes for combined forming of multi-material structures consisting of sheet metal and local CFRP reinforcements". *ESAFORM 2012*, Erlangen, Germany

Schmidt, H.C.; Damerow, U.; Homberg, W.; "Manufacturing of Hybrid Reinforced Structures: Combined Forming of Double Blanks with Carbon Fibre Prepregs". *3rd International*

Conference on New Forming Technology (2012). Harbin, China

## Nicht referierte Publikationen

Homberg, W.; Schmidt, H.C.; Struwe, A.; Akst, O.: "New Materials - Driver for Innovative Production Processes". IDDRG Conference 2012, Bombay, India

Homberg, W.; Lossen, B.: „Reib-Drücken – ein innovativer Ansatz zur effizienten Herstellung von funktional gradierten Bauteilen aus Aluminium- und Stahlwerkstoffen“. 1. Pforzheimer Werkstofftag 2012, Pforzheim, Deutschland

Schmidt, H.C.; Damerow, U.; Homberg, W.; Effiziente Herstellung hybrider Strukturbauteile aus Stahl und CFK - Gemeinsame Umformung von Einzel- und Doppelblechen mit CFK-Prepregs, in: Neugebauer, R. und Drossel W.-G. (Hrsg.), Tagungsband 19. Sächsische Fachtagung Umformtechnik (2012) / Proceedings 4. ICAFT (2012). Chemnitz, Deutschland, S. 195-203, ISBN 978-3-942267-61-8

Hankeln, F.; Gorny, B.; Lauter, C.; Schmidt, H.C.; Damerow, U.; Mahnken, R.; Maier, H.J.; Troester, T.; Homberg, W.; Simulation and Manufacturing of Deep Drawn Parts Reinforced by Carbon Fibre Prepregs; 1st International Conference on Mechanics of Nano, Micro and Macro Composite Structures (2012). Torino, Italy

Tekkaya, A.E.; Mennecart, T.; Witulski, J.; Homberg, W.; Rostek, T.: Presshärten von Rohren und Profilen mittels formlos festen Stoffen. Forschung für die Praxis P902, FOSTA e.V., Verlag und Vertriebsgesellschaft mbH, Düsseldorf, 2012

Neugebauer, R.; Hoffmann, Günter, S.; H.; Homberg, W.; Lossen, B.; Handbuch-Umformen. Carl Hanser Verlag, 2. Auflage, November 2012, München, Deutschland, S 648-650, ISBN: 3446427783

## Aktuelle Forschungsprojekte

- „SFB TR30“: „Prozessintegrierte Herstellung funktional gradierten Strukturen auf der Grundlage thermo-mechanisch gekoppelter Phänomene“. Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- „Produktion. NRW“: Entwicklung von Produktionsverfahren zur Herstellung höchstfester hybrider Verbundstrukturen zur Gewichtsminimierung im Automobilbau. Fördereinrichtung: Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)
- „FOSTA P 819“: Hochleistungsaktivelemente für landwirtschaftliche Maschinen aus ultrahochfestem Stahl. Förderinstitution: Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA)
- „BMBF“: „it's OWL - Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe“ Fördereinrichtung: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) betreut vom Projektträger Karlsruhe (PTKA)
- „AiF“: Erforschung und Entwicklung eines Anlagenmoduls zur thermo-mechanischen Rohrumformung. Fördereinrichtung: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) ZIM-Programm

## Tagungen

- „I2FG Subgroup meeting, Paderborn, 8. November 2012

## Wissenschaftliche Kooperationen

- AGU Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik
- I2FG International Impuls Forming Group

## Funktion

- Mitglied des Advisory Boards der IIFG International Impuls Forming Group
- Vorsitzender der Kommission für Strategie und Ressourcen der

Fakultät für Maschinenbau

- Mitglied der Kommission für Planung und Finanzen der Universität Paderborn

## PROF. DR. JÖRG LINDNER

### Publikationen

J. Achtelik, W. Sievers, and J. K. N. Lindner: "Biomimetic approaches to create anti-reflection glass surfaces for solar cells using self-organizing techniques", Spring Meeting der European Materials Research Society EMRS 2012, Strasbourg, Frankreich, May 14 - 18, 2012, online at <http://dx.doi.org/10.1016/j.mseb.2012.10.014>

K. Brassat, F. Assion, U. Hilleringmann, and J. K. N. Lindner: "Self-organization of nanospheres in trenches on silicon surfaces", phys. stat. sol. A (2012) (submitted)

R. M. Kemper, L. Hiller, T. Stauden, J. Pezoldt, K. Duschik, T. Niendorf, H. J. Maier, D. Meertens, K. Tillmann, D. J. As, and J. K. N. Lindner: "Growth of cubic GaN on 3C-SiC/Si (001) nanostructures within anti-phase domains", 17th Int. Conf. on Molecular Beam Epitaxy MBE 2012, Nara, Japan, Sept. 23 - 28, 2012

T. Riedl, A. Kirchner, K. Eymann, A. Shariq, R. Schlesiger, G. Schmitz, M. Ruhnnow, and B. Kieback: "Elemental distribution, solute solubility and defect free volume in nanocrystalline restricted-equilibrium Cu-Ag alloys", Journal of Physics: Condensed Matter 25 (2012) (submitted)

J. Achtelik, R. M. Kemper, W. Sievers, and J. K. N. Lindner: "Self-organized nanostructure formation for anti-reflection glass surfaces", MRS Fall Meeting 2011, 28.11.-02.12.2011, Boston, USA; MRS Online Proceedings Library Vol. 1389 (2012), mrsf11-1389-g03-18

L. Hiller, T. Stauden, R. M. Kemper, J. K. N. Lindner, D. J. As, and J. Pezoldt: "ECR-etching of Submicron and Nanometer Sized 3C-SiC(100) Mesa Structures", 2011 International Conference on

Silicon Carbide and Related Materials (ICSCRM 2011), Cleveland, Ohio, USA; Proc. ICSCRM-2011, Materials Science Forum Vols. 717 - 720 (2012) 901 - 904, DOI:10.4028/www.scientific.net/MSF.717-720.901

R. M. Kemper, M. Häberlen, T. Schupp, M. Weinl, M. Bürger, M. Ruth, C. Meier, T. Niendorf, H. J. Maier, K. Lischka, D. J. As, and J. K. N. Lindner: "Formation of defects in cubic GaN grown on nano-patterned 3C-SiC (001)", phys. stat. sol. C 9, (2012) 1028 - 1031

R. M. Kemper, L. Hiller, T. Stauden, J. Pezoldt, D. Meertens, M. Luysberg, K. Tillmann, T. Riedl, D. J. As, and J. K. N. Lindner: "TEM investigation of GaN thin films grown on nanostructured 3C SiC/Si(001) substrates", European Microscopy Conference EMC 2012, Manchester, UK, Sept. 16 - 21, 2012.

J. Pauly and J. K. N. Lindner: "TEM Characterization of Nickel Nanodot Arrays on Silicon formed by Nanosphere Lithography", Fall Meeting of the European Materials Research Society EMRS 2012, Warschau, Polen, September 17 - 21, 2012

F. Zirkelbach, B. Stritzker, K. Nordlund, W. G. Schmidt, E. Rauls, and J. K. N. Lindner: "First-principles and empirical potential simulation study of intrinsic and carbon-related defects in silicon", phys. stat. sol. C 9 (2012) 1968 - 1973, DOI: 10.1002/pssc.20120019 8, cover article

## Buchkapitel

R. Kemper, D. J. As and J. K. N. Lindner: "Cubic GaN on nano-patterned 3C-SiC/Si (001) substrates", in „Silicon-based Nanomaterials“ Ed. Z.M. Wang, Springer Series in Materials Sciences (2012) (submitted)

## Forschungsprojekte

- „Eindimensionale Selbst-Anordnung von Nanoobjekten auf Siliziumoberflächen“, gefördert durch ein Stipendium des Rektors der Universität Paderborn zur Förderung des weiblichen

wissenschaftlichen Nachwuchses

- „Generierung von Kalibrierstandards“, Promotionsprojekt von Felix Hess, gefördert durch Siltronic AG, Burghausen
- „Molekulardynamische Simulation zur Untersuchung des Ausscheidungsvorgangs
- „FIB-Probenpräparation für TEM- und HRTEM-Untersuchungen zum MBE-Wachstum von c-GaN auf nanostrukturiertem 3C-SiC/Si(001)“, Kooperationsprojekt gefördert durch Ernst-Ruska-Centrum, FZ-Jülich
- DFG-GRK 1464, Teilprojekt A5: „Gyrotropische Metamaterialien“ (zusammen mit Greulich-Weber, Paderborn)
- DFG-GRK 1464, Teilprojekt A2: „Herstellung und Strukturierung maßgeschneiderter

## Kooperationen

- Universität Augsburg
- RUBION, Universität Bochum
- TU Berlin
- Gesellschaft für Schwerionenforschung GSI, Darmstadt
- Fraunhofer-Institut für Silizium-Photovoltaik, Halle
- Deutsches Elektronensynchrotron DESY, Hamburg
- Technische Universität Ilmenau
- Ernst-Ruska-Centrum, Forschungszentrum Jülich
- Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung IOM, Leipzig
- Universität Magdeburg
- FH Südwestfalen, Soest
- Universität Stuttgart
- University of Cambridge, UK
- University of Helsinki, Finland
- CNRS Institut d'Electronique de Microélectronique et de Nanotechnologie, Lille, France
- University College London – London Centre for Nanotechnology, UK
- Universidad Autónoma de Madrid, Spain
- Sri Venkateswara University, Dept. of Physics, Tirupati, India
- Siltronic AG, Burghausen
- Carl Zeiss AG, Oberkochen

## Externe Vorträge

- J. K. N. Lindner: „Nanokugellithographie: Grundlagen und Anwendungen“, Firmenseminar der Carl Zeiss AG, Oberkochen und Jena (online), 26. März 2012
- J. K. N. Lindner: „Nanolithographie von Oberflächen für das Wachstum optoelektronischer Strukturen“, Kolloquium des Leibniz Instituts für Oberflächenmodifizierung IOM, Leipzig, 26. Juli 2012
- J. K. N. Lindner: „Nanosphere Lithography: State-of-the-art and Future Directions“, Fall Meeting of the European Materials Research Society EMRS 2012, Warschau, Polen, September 17 - 21, 2012

## Tagungen

- Spring Meeting der European Materials Research Society EMRS, zusammen mit der International Conference on Advanced Materials der International Union of Materials Research Societies IUMRS und zusammen mit der EMRS-MRS Bilateral Energy Conference, Nice, France, May 9 - 13, 2011. Organisatoren: J. K. N. Lindner, Universität Paderborn, Germany, Giovanni Marletta, Università di Catania, Italy, Hailing Tu, GRINM Beijing, China, Hanns-Ulrich Habermeier, MPI für Festkörperforschung, Germany

## Weitere Funktionen

- Studiengangsmanager für die Studiengänge Physik BSc, MSc
- Kolloquiumskoordinator
- Zwischenprüfungsausschuss Physik für die Lehrämter GHR und GyGe, Bk
- Mitglied im Landesprüfungsamt für Erste Staatsprüfungen für Lehrämter an Schulen
- Mitglied des Vorstands der Europäischen Materialforschungsgesellschaft EMRS, Strasbourg, France
- Mitglied des Vorstands des Instituts für Leichtbau mit Hybridmaterialien ILH Paderborn
- Mitglied des Verbunds

Nanotech-NRW, der Deutschen Physikalischen Gesellschaft DPG, der Europäischen Materialforschungsgesellschaft EMRS, der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie DGE, der European Microscopy Society EMS

- Mitglied der EMRS-Kommission zum Science and Technology Options Assessment (STOA) Meeting on CO<sub>2</sub> at the European Parliament, Brussels March 22, 2011

## PROF. DR.-ING ROLF MAHNKEN

### Referierte Publikationen

Widany, K.-U.; Mahnken, R.: „Adaptivity for parameter identification of incompressible hyperelastic materials using stabilized tetrahedral elements“. *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.* 245–246 (2012) 117–131, doi:10.1016/j.cma.2012.06.017

Nörenberg, N.; Mahnken R.: „A stochastic model for parameter identification of adhesive materials“. *Archive of Applied Mechanics*, 1-12 (2012), doi: 10.1007/s00419-012-0684-7

Mahnken, R; Wolff M.; Schneidt, A.; Böhm, M.: „Multi-phase transformations at large strains – Thermodynamic framework and simulation“. *International Journal of Plasticity* 39 (2012) 1–26, doi: 10.1016/j.ijplas.2012.05.009

Sauerland, K.-H.; Mahnken, R.: „Two Scale FE Simulation of Coated Forming Tools under Thermo-Mechanical Loading“. *Technische Mechanik*, vol. 32, 84-101, 2012

Caylak, I.; Mahnken, R.: „Stabilization of mixed tetrahedral elements at large deformations“. *International Journal for Numerical Methods in Engineering* 90, S. 218–242, 2012

Mahnken, R.: „Simulation of strength difference coupled to softening in elasto-plasticity for adhesive materials“. *International Journal of Adhesion & Adhesives* 32(2012)1–14

### Nicht referierte Publikationen

Mahnken, R.: „Lehrbuch der Technischen Mechanik, Statik“. 2012, 460 Seiten, Springer, Berlin, ISBN 978-3-642-21711-1

Mahnken, R.: „Lehrbuch der Technischen Mechanik, Dynamik“. 2. Überarbeitete Auflage 2012, 454 Seiten, Springer, Berlin, ISBN 978-3-642-19838-0

Caylak, I.; Mahnken, R.; Widany, K.-U.: „Stabilized mixed triangular finite elements at large deformations using area bubble functions“. *PAMM*, Vol. 11, 201-202, 2011, DOI 10.1002/pamm.201110092

Nörenberg, N; Mahnken, R.: „A stochastic model for the direct and inverse problem of adhesive materials“, *PAMM*, vol. 12, 317-318, 2012, DOI: 10.1002/pamm.201210148

Caylak, I.; Mahnken, R.: „Modeling of induced anisotropy at large deformations for polymers“. *PAMM* Vol. 12, Issue 1, pages 319–320, DOI: 10.1002/pamm.201210149

Sauerland, K.-H.; Mahnken, R.: „Meso-Macro Modelling of Coated Forming Tools under Thermal Shock Conditions“, *PAMM*, vol. 11, 551-552, 2011, doi: 10.1002/pamm.201110265

Schneidt, A.; Mahnken, R., Antretter, T.: „Micromechanical modeling of bainitic phase transformation“, *PAMM*, vol. 11, 341-342, 2012, doi: 10.1002/pamm.201210159

Widany, K.-U.; Mahnken, R.: „An error indicator for parameter identification with stabilized mixed tetrahedrals“. *PAMM*, Vol. 11, 299-300, 2011, DOI 10.1002/pamm.201110141

Widany, K.-U.; Mahnken, R.: „Adaptive FEM with Stabilized Elements for Parameter Identification of Incompressible Hyperelastic Materials“. *PAMM*, Vol. 12, 213-214, 2012, DOI 10.1002/pamm.201210097

Uhlmann, E.; Mahnken, R.; Ivanov, I.M.; Cheng, C.: „FEM Modelling of hard Turning with Consideration of Phase Transformations“. 1st International Conference on Thermo-Mechanically Graded Materials, ISBN 978-3-942267-58-8/Transregio 30, 2012

Mahnken, R.; Wolff, M.; Schneidt, A.: „Macro modelling for multi-phase transformations at large strains“. *Proceedings of European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering (ECCOMAS 2012)*, Wien, Österreich, 10.-14. September 2012

Nörenberg, N.; Mahnken, R.: „Parameter identification of adhesive materials using a stochastic model with application to a T-joint“. *Proceedings of the 1st International Conference on Thermo-Mechanically Graded Materials*, Kassel, Deutschland, 29. – 30. Oktober 2012

### Aktuelle Forschungsprojekte

- „Simulation von Hybridumformprozessen unter Berücksichtigung des Thermoschockverhaltens im Werkzeug sowie von Phasenumwandlungen im Werkstück“, Teilprojekt B2 im Rahmen des Transregios TRR30 „Prozessintegrierte Herstellung funktional gradierter Strukturen auf der Grundlage thermo-mechanisch gekoppelter Phänomene“, seit Juli 2006. Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG
- „Thermo-rheologische Materialmodellierung von Kunststoffen mit nichtlinearen Stoffgesetzen“, Teilprojekt B1 zusammen mit Prof. Wünsch im Rahmen des Transregios TRR30 „Prozessintegrierte Herstellung funktional gradierter Strukturen auf der Grundlage thermo-mechanisch gekoppelter Phänomene“, Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG
- „Adaptive Finite-Elemente-Methoden zur Parameteridentifikation von hierarchischen Modellen für Elastomere“

Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG, Zeichen MA1 979/10-1

- „Entwicklung von Produktionsverfahren zur Herstellung höchstfester hybrider Verbundstrukturen zur Gewichtsminimierung im Automobilbau“, Projekt im Rahmen des Forschungswettbewerbs „Produktion.NRW“ zur Fertigung von CFK-verstärkten Fahrzeugstrukturen in Kooperation mit LiA, LUF und LWK und Industriepartnern, Förderinstitution: NRW Bank
- „Thermomechanische Simulation des Hartdrehens mit makroskopischen Modellen und Phasenfeldmodellen“, Forschungsvorhaben im Schwerpunktprogramm SPP 1480 „Modellierung, Simulation und Kompensation von thermischen Bearbeitungseinflüssen für komplexe Zerspanprozesse“ zusammen mit Prof. Eckart Uhlmann, TU Berlin, Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG, Zeichen MA1 979/13-2
- „Robustheit und Zuverlässigkeit der Berechnungsmethoden von Klebverbindungen mit hochfesten Stahlblechen unter Crashbedingungen“, AIF Projekt, 338 ZN
- „Stochastische Simulation zweidimensionaler Probleme für Elastomere mit Anwendungen auf die Parameteridentifikation und das direkte Problem“, Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG, Zeichen MA1 979/16-1
- „Zielorientierte adaptive Finite Elemente Methode für direkte und inverse Probleme von mikromorphen Kontinua“, Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG, Zeichen MA1 979/17-1

## Kooperationen

- Prof. Kenneth Runesson, Chairs of Applied Mechanics, Chalmers University, Göteborg, Schweden
- Prof. Thomas Antretter, Institut

für Mechanik, Montanuniversität, Leoben, Österreich

- Dr. Michael Wolff, Zentrum für Technomathematik, AG Modellierung und PDEs, Bremen, Deutschland

## Funktionen

- Vorsitzender des Promotionsausschusses: Fakultät für Maschinenbau der Universität Paderborn, seit Oktober 2004
- Mitglied der Studienkommission: Fakultät für Maschinenbau der Universität Paderborn, seit Oktober 2004
- Mitglied der Prüfungskommission: Fakultät für Maschinenbau der Universität Paderborn, seit Oktober 2004

## PROF. DR.-ING GERSON MESCHUT

### Nicht referierte Publikationen

Hahn, O.; Meschut, G.; Olfemann, T.; Flüggen, F.; Janzen, V.: „Mechanisches / thermisches Fügen und Kleben von elektromobilen Leichtbaustrukturen“. In: Tagungsband zum 32. EFB-Kolloquium Blechverarbeitung, 14./15.02.2012, S. 237-258, Bad Boll.

Hahn, O.; Meschut, G.; Bednorz, S.; Schübeler, C.: „Stanznieten hochfester Stähle mit NE-Hochleistungswerkstoffen“. In: Tagungsband zum 32. EFB-Kolloquium Blechverarbeitung, 14./15.02.2012, S. 163-178, Bad Boll.

Meschut, G.; Hahn, O.; Ernstberger, L.: „Einfluss der Dosier- und Mischtechnik auf das Eigenschaftsprofil von 2K Klebstoffen“. In: Tagungsband zum 12. Kolloquium Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik, 28./29.02.2012, S.47-49, Frankfurt am Main.

Meschut, G.; Hahn, O.; Sülentrop, S.: „Eigenschaftsprofil Klebbolzen“. In: Tagungsband zum 12. Kolloquium Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik, 28./29.02.2012, S.50-52, Frankfurt am Main.

Meschut, G.; Hahn, O.; Sülentrop, S.:

„Adhesive studs based on radiation cured-adhesives“. In: Tagungsband zur Tagung „Fügen im Karosseriebau - International automotive circle“ 2012, 17./18.03.2012, Bad Nauheim.

Meschut, G.; Hahn, O.; Sülentrop, S.: „Klebbolzen- Ein innovatives Montagekonzept“. In: Tagungsband zur Fachtagung „Kleben und Dichten auf lackierten Oberflächen“, 25.04.2012, Essen.

Meschut, G.; Olfemann, T.: „Joining technologies for multi-material design - a key to efficient future mobility“. In: Tagungsband zur Tagung „Materials in Car Body Engineering“ 2012, 11.05.2012, Bad Nauheim.

Meschut, G.; Flüggen, F.; Olfemann, T.; Janzen, V.: „Mechanical joining and adhesive bonding of automobile lightweight constructions“. In: Tagungsband zur Tagung „Eurojoin 8“, 25.05.2012, Pula, Kroatien.

Meschut, G.; Bergau, M.: „Fügen von Composites für zukünftige Automobilkonzepte“. In: Tagungsband zur Internationalen AVK-Tagung für faserverstärkte Kunststoffe 2012, 08./09.10.2012, A7 S.22, Düsseldorf.

Meschut, G.; Hahn, O.; Ernstberger, L.: „Einfluss der Dosier- und Mischtechnik auf das Eigenschaftsprofil von 2K Klebstoffen“. In: Tagungsband zur Fachtagung „Applikations- und Prozesstechnik für Kleb- und Dichtstoffe“, 11./12.09.2012, Essen.

Meschut, G.; Hahn, O.; Sülentrop, S.: „Qualifizierung schnellhärtender Klebbolzensysteme“. In: Fachbuch zum „3. Doktorandenseminar Klebtechnik“, 2012, Dresden.

Meschut, G.; Olfemann, T.: „Innovative Fügetechnologien - ein Beitrag zum bezahlbaren Leichtbau“. In: 3rd International CTI Conference „Efficient Lightweight Solutions“, 21./22.09.2012, Stuttgart.

Meschut, G.; Olfemann, T.:



„Fügetechnik für Materialkombinationen mit Aluminium“. In: Bayern Innovativ Cluster-Forum Neue Werkstoffe „Innovationen in der Aluminium-Umformtechnik 2012“, 09.10.2012, BMW AG, München.

Meschut, G.; Hahn, O.: „Versagenskriterien für halbhohlstanzengetete Aluminiumbauteile unter zyklischer Belastung“. In: DVM Tagung „Werkstoffe und Fügeverfahren - Neue Herausforderungen für die Betriebsfestigkeit“, 10./11.10.2012, S. 307-323, Paderborn.

Meschut, G.; Hahn, O.; Teutenberg, D.: „Analytical prediction of influences of production tolerances on adhesive bonded joints under cyclic loads“. In: 9th European Adhesion Conference EURADH 2012, 41171, Friedrichshafen.

Meschut, G.; Teutenberg, D.: „Auslegung von kalt geklebten FVK-Mischverbindungen für schlagartig belastete Strukturen“. In: adhäsion - KLEBEN & DICHTEN.

Meschut, G.; Hahn, O.; Teutenberg, D.: „Einflüsse konstruktions- und fertigungsbedingter Toleranzen auf die mechanischen Eigenschaften von Klebverbindungen unter zyklischer Belastung“. In: DVM Tagung „Werkstoffe und Fügeverfahren - Neue Herausforderungen für die Betriebsfestigkeit“, 10./11.10.2012, S. 73 – 89, Paderborn.

Meschut, G.; Hahn, O.; Bergau, M.: „Vollstanznieten von dreilagigen Mischbaustrukturen“. In: Tagungsband zum 2. Kolloquium Gemeinsame Forschung in der mechanischen Fügetechnik, 04./05.12.2012, S. 51-58, Paderborn.

Meschut, G.; Hahn, O.; Olfermann, T.; Matzke, M.; et. Al.: „Lokale Konditionierung von presshartem Vergütungsstahl für das Hybridfügen von Mischbaustrukturen“. In: Tagungsband zum 2. Kolloquium Gemeinsame Forschung in der mechanischen Fügetechnik, 04./05.12.2012,

S. 59-71, Paderborn.

Meschut, G.; Hahn, O.; Janzen, V.: „Weiterentwicklung des Schweißnietens für die Anbindung von Leichtmetallen und faserverstärkten Kunststoffen an Stahlstrukturen“. In: Tagungsband zum 2. Kolloquium Gemeinsame Forschung in der mechanischen Fügetechnik, 04./05.12.2012, S. 43-46, Paderborn.

Meschut, G.; Hahn, O.; Hein, D.; et al. : „Experimentelle Untersuchung und Simulation des Crashverhaltens mechanisch gefügter Verbindungen“. In: Tagungsband zum 2. Kolloquium Gemeinsame Forschung in der mechanischen Fügetechnik, 04./05.12.2012, S. 75-78, Paderborn.

Meschut, G.; Hahn, O.; Nagel, P.: „Stand der Forschung und Entwicklung mechanisch gefügter Dünnschichtverbindungen“. In: Tagungsband zum 2. Kolloquium Gemeinsame Forschung in der mechanischen Fügetechnik, 04./05.12.2012, S. 23-26, Paderborn.

Meschut, G.; Hahn, O.; Klokkes, F.; Hein, D.: „Charakterisierung und Modellierung des Bruchverhaltens von Punktschweißverbindungen in pressgehärteten Stählen“. In: Tagungsband zum 11. LS-Dyna-Forum 2012 , 09./10.11.2012.

Meschut, G.; Hahn, O.: „Klebbolzen auf Basis lichterhärtender Acrylate. In: Vortrag Bayern Innovativ, Kloster Banz, 41240, Bad Staffelstein.

## Aktuelle Forschungsprojekte

- „SECOMAL – Untersuchung zum Schmelzschweißen höchstfester nichtrostender Stähle mit martensitischem Gefüge mittels Laserstrahl- und MAG-Schweißen“  
Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) e.V.

- „Kleben FVK – Beanspruchungs- und fertigungsgerechtes Kleben von Faserverbundkunststoffen im Multi-Material-Design“.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) e.V.
- „Vorlochfreies Widerstandselementschweißen“  
Förderinstitution: Stiftung Stahlanwendungsforschung im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V.
- „Kennwertermittlung und Simulation - Experimentelle Kennwertermittlung und Simulation von strukturellen Klebverbindungen mit elastoplastischen und bruchmechanischen Kohäsivelementen“.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) e.V., Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie (DECHEMA) e.V., Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren (DVS) e.V.
- „HG-Blindnieten – Hochgeschwindigkeitsblindnieten ohne Vorlochen“.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung (EFB) e.V.
- „Auslegung von geklebten Stahlblechstrukturen im Automobilbau für schwingende Last bei wechselnden Temperaturen unter Berücksichtigung des Versagensverhaltens“.  
Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi),

- Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Forschungsvereinigung Automobiltechnik (FAT) e.V.
- „Crash Hybrid - Experimentelle und numerische Untersuchungen des Crashverhaltens hybridgefügter Verbindungen“. Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) e.V.
- „Charakterisierung und Ersatzmodellierung des Bruchverhaltens von Punktschweißverbindungen aus ultrahochfesten Stählen für die Crashsimulation unter Berücksichtigung der Auswirkung der Verbindung auf das Bauteilverhalten“. Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) e.V.
- „DoMiniK 2K – Einfluss der Dosier- und Mischtechnik auf das Eigenschaftsprofil von 2K Klebstoffen“. Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) e.V., Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren (DVS) e.V.
- „Eignung von loch- und gewindeformenden Schrauben zum Fügen von Mehrblechverbindungen“. Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung (EFB) e.V.
- „Experimentelle Untersuchung und Simulation des Crashverhaltens mechanisch gefügter Verbindungen“. Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) e.V.
- „Vollstanznietbeschichtungen für den Einsatz bei hochfesten Stahlwerkstoffen“. Forschungsinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) e.V.
- „Eigenschaftsprofil Klebebolzen“. Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren (DVS) e.V.
- „Light-eBody“. Förderinstitution: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
- „Fixierung geklebter Mischbauverbindungen aus Aluminium in Kombination mit presshartem Stahl“. Forschungsinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) e.V.
- „Vollstanznietkleben von dreilagigen Mischbauverbindungen“. Forschungsinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) e.V.
- „Mittelspannungsempfindlichkeit mechanisch gefügter Bauteile“. Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung (EFB) e.V.
- „Weiterentwicklung des Schweißnietens“. Forschungsinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) e.V.
- „Methodenentwicklung Klebschichtschädigung“. Forschungsinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) e.V.
- „Konditionierung Mischbau“. Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung (EFB) e.V.
- „Analyse von Fertigungseinflüssen auf die Crashperformance von Klebverbindungen“. Forschungsinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) e.V.
- „Funktionselemente FVK - Verbinden von Blechstrukturen mit Faserverbundwerkstoffen mittels Funktionselementen“.

- Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung (EFB) e.V.
- „BF Stanznieten – Betriebsfestigkeit stanzgenieteter Bauteile“. Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V., Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung (EFB) e.V.
- Analyse des Schädigungsverhaltens von CFK-intensiven Mischbauverbindungen. Förderorganisation: Industrie
- Bewertung innovativer Fügeverfahren zum Fügen von schwer umformbaren Werkstoffen . Förderorganisation: Industrie
- Methodenentwicklung zur Beanspruchungsgerechten Auslegung von Hybridverbindungen. Förderorganisation: Industrie
- Entwicklung von Fertigungstechniken zur Integration faserverstärkter Werkstoffe in Mischbaustrukturen Förderorganisation: Industrie
- Einfluss unterschiedlicher Lasteinleitungsrichtungen auf das Tragverhalten von CFK-CFK-Verbindungen Förderorganisation: Industrie
- Analyse der Tragfähigkeit geschweißter Verbindungen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Belastungsgeschwindigkeiten und Temperaturen. Förderorganisation: Industrie
- Bewertung der Tragfähigkeit von geschweißten, warmumgeformten Vergütungsstählen. Förderorganisation: Industrie
- Analyse des Verformungsverhaltens von Klebverbindungen unter schlagartigen Beanspruchung. Förderorganisation: Industrie
- Bestimmung des temperaturabhängigen Eigenschaftsprofils von metallischen Werkstoffen. Förderorganisation: Industrie
- Beurteilung geklebter und hybrid gefügter Verbindungen. Förderorganisation: Industrie
- Charakterisierung von Klebverbindungen unter quasistatischer Beanspruchung. Förderorganisation: Industrie
- Kennwertermittlung zur Lebensdauerabschätzung von Mischbau-Verbindungen. Förderorganisation: Industrie
- Anforderungsgerechte Bewertung punktueller Befestigungselemente für faserverstärkte Kunststoffe. Förderorganisation: Industrie
- Förderorganisation: Industrie
- Analyse der Schädigungsmechanismen zyklisch beanspruchter Verbindungen und ihres Einflusses auf die Lebensdauer. Förderorganisation: Industrie
- Bewertung innovativer Fügeverfahren zum Fügen von martensitischen Stählen. Förderorganisation: Industrie
- Bewertung innovativer Fügeverfahren zum Fügen von Faser-Kunststoff-Verbunden mit Metallen. Förderorganisation: Forschungseinrichtung

## Industrieprojekte

- Charakterisierung von CFK-CFK-Klebverbindungen unter quasistatisch-zügiger und schlagartiger Beanspruchung. Förderorganisation: Industrie
- Einfluss von Fertigungsimperfectionen auf das Tragverhalten von punktgeschweißten Verbindungen. Förderorganisation: Industrie
- Kennwertermittlung an geklebten, punktgeschweißten und hybridgefügten Verbindungen unter quasistatisch-zügiger und schlagartiger Beanspruchung. Förderorganisation: Industrie
- Bewertung innovativer Fügeverfahren hinsichtlich der Tragfähigkeit von höchstfesten Werkstoffen Förderorganisation: Industrie
- Charakterisierung von Klebstoffeigenschaften für den Einsatz von CFK-CFK-Strukturklebungen unter schlagartiger Beanspruchung. Förderorganisation: Industrie
- Einfluss der Fertigung auf das Tragverhalten von CFK-CFK-Verbindungen. Förderorganisation: Industrie
- Anforderungsgerechte Bewertung punktueller Befestigungselemente für faserverstärkte Kunststoffe. Förderorganisation: Industrie
- Messen / Seminare / Tagungen
- 12. Kolloquium „Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik“, DECHEMA e.V., Frankfurt am Main, 28./29. Februar 2012
- 32. EFB-Kolloquium Blechverarbeitung, „Produktionssysteme und -methoden für den Leichtbau“, Bad Boll, 14./15. Februar 2012
- Hannover Messe 2012, Gemeinschaftsstand WAW, „Wissenschaftlicher Arbeitskreis e.V. der Universitätsprofessoren der Werkstofftechnik“, Hannover, 27.04.2012
- LWF Klausurtagung „Strategien des Leichtbaus und der Füge- und Prüftechnik“, Tschechische Republik, 26.-29. Juni 2012
- 65th Annual Assembly & International Conference of the International Institute of Welding, 08.-13. Juli 2012, Denver, USA
- 3. Doktorandenseminar Klebtechnik, Kassel, 05./11. November 2012
- 2. Gemeinschaftskolloquium Mechanisches Fügen, Paderborn, 04.-05. Dezember 2012,
- Preise/Auszeichnungen
- „Jowat Forschungspreis“ an Dr.-Ing. Dominik Teutenberg: Dr.-Ing. Dominik Teutenberg erhielt den 11. Jowat Forschungspreis für seine praxisrelevante Dissertation auf dem Gebiet der Klebtechnik. 11. November 2012
- EFB-Gütesiegel „Innovative

Allianz“ an das LWF: Prof. Dr.-Ing. Gerson Meschut erhielt im Rahmen 33. EFB-Kolloquiums Blechverarbeitung am 16. April 2013 in Fellbach das EFB-Gütesiegel „Innovative Allianz“ durch die Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V.

## Funktionen

- Gewählter Gutachter der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) „Otto von Guericke“ e.V.;
- Stellvertretender Vorstandsvorsitzender der Fachsektion „Klebertechnik“ der DECHEMA, Gesellschaft für chemische Technik und Biotechnologie e.V.;
- Mitglied im Kuratorium der Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) e.V.;
- Mitglied im Forschungsbeirat der Europäischen Gesellschaft für Blechverarbeitung (EFB) e.V.;
- Mitglied im Beirat des Normausschusses Schweißen und verwandte Verfahren sowie Obmann des Arbeitsausschusses Klebertechnik des DIN Deutsches Institut für Normung e.V.;
- Mitglied im „Wissenschaftlichen Arbeitskreis der Universitäts-Professoren der Werkstofftechnik e.V.“ (WAW).

## PROF. DR.-ING ELMAR MORITZER

### Referierte Publikationen

Moritzer, E.; Plugge, T.; Seidel, S.: „Contribution to the development of a variothermal process control for the Two-Stage GITBlow process based on the Finite Element Method“. Antec 2012, Orlando, USA, 2012

Moritzer, E.; Albring, E.: „Inline-Compounding of fiber reinforced thermoplastics on an injection molding machine“. Proceedings of the Polymer Processing Society 28th Annual Meeting, Pattaya, Thailand, 2012

Moritzer, E.; Leister, C.; Weddige, R.:

Temperature-dependent lap shear strength of adhesively bonded high-temperature resistant thermoplastics“. *Welding in the World*, 56, S. 62-68, 2012

Moritzer, E.: „Kunststoffgerechtes Konstruieren von Spritzgieß-Bauteilen“. Handbuch Konstruktion, Kapitel 2 Hanser-Verlag, 2012

Moritzer, E.; Leister, C.: „Surface pretreatment of plastics with an atmospheric pressure plasma jet - influence of generator power and kinematics“, Proceedings of the Polymer Processing Society 29th Meeting – PPS-29, 2013, Nürnberg

Moritzer, E.; Seidel, S.; Plugge, T.: „Experimental Verification Of Process-Parameter-Dependent Temperature Simulation Of The Two-Stage GITBlow-Process“, ANTEC Proceedings, 2013, Cincinnati, USA

Moritzer, E.; Leister, C.: „Effects of a locally inhomogeneous atmospheric pressure plasma treatment on the adhesive bond strength“, Annual Technical Conference - ANTEC, Conference Proceedings, 2013, Cincinnati, USA

### Nicht referierte Publikationen

Moritzer, E.; Plugge, T.; Schäfer, M.: „Two-Stage-GITBlow – Herstellungsverfahren für komplexe und multifunktionale Spritzgießbauteile“. Zeitschrift Kunststofftechnik, S. 23-52, München, Carl-Hanser-Verlag, 2012

Moritzer, E.; Albring, E.; Krugmann, J.: „Entwicklung einer neuartigen mechanischen Befestigungslösung mit gleichmäßig krafteinleitendem Hinterschnitt“. Gemeinsame Forschung in der Mechanischen Fügetechnik, S. 115-118, Hannover, FOSTA Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. - EFB Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. - Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS, 2012

Moritzer, E.; Friedrich, N.; Berger, J.:

„Laserdurchstrahlkleben von opaken Kunststoffen“. Adhäsion 11/2012, S. 41-45, 2012

Moritzer, E.; Zavoral, S.; Kleeschulte, R.: „Oberflächendefekte an Spritzgießbauteilen eliminieren“. <http://plasticker.de/news/showartikel.php?id=124&begriff=&backto=news/fachartikel.php>, 2012

Moritzer, E.; Krugmann, J.: „Gute Form gibt klare Kanten“. *Plastverarbeiter* S. 162-163, Paderborn, 2012

Moritzer, E.; Plugge, T.; Seidel, S.: „Weiterentwicklung des Spritzgießsondierverfahrens GITBlow - Integration variothermer Prozessführung“. VDI-Wissensforum: „Spritzgießen 2012“, Baden Baden, 2012

Moritzer, E.; Budde, Leister, C.: „The aging process of atmospheric-pressure plasma-treated thermoplastics – characterization of surface properties“. IIV, 2012

Moritzer, E.; Budde, C.; Bause, F.; Henning, B.: „Korrelation hochfrequenter und quasistatischer Charakterisierung verschiedener Alterungsstadien von Polyamid 6“. DAGA, Darmstadt, 2012

Moritzer, E.; Albring, E.; Kleeschulte, R.: „Compoundieren - einfach und direkt“. *Kunststoffe*, November 2012, S. 54-57, Carl Hanser Verlag, München, 2012

Moritzer, E.; Leister, C.: „Alterung von Kunststoffoberflächen nach der Behandlung mit Atmosphärendruck-Plasma“. 12. Workshop des ak-adp „Oberflächenfunktionalisierung im Leichtbau“, März 2012, Chemnitz, 2012

### Aktuelle Forschungsprojekte

- „K-Lab, Labor für Kunststoffe in OWL: Auf- und Ausbau eines Centers of Science to Business, Business to Science“. Förderinstitution: CheK.NRW
- „Verfahrenseffiziente Weiterentwicklung des GITBlow-Verfahrens unter dem Gesichtspunkt der

Material- und Ressourcenschonung unter Einsatz variabler Werkzeugtemperiermethoden“. Förderinstitution: CheK.NRW

- „Entwicklung einer neuen mechanischen Befestigungslösung mit gleichmäßig krafteinleitendem, dichtendem Hinterschnitt“. Förderinstitution: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), DVS
- „Verfahrensentwicklung zur Integration einer Oberflächenbehandlung mittels Plasmatechnologie in den Spritzgießprozess“. Förderinstitution: CheK.NRW
- „Innovative Fahrwerkskomponenten in Hybridbauweise“. Förderinstitution: Automotive+Produktion.NRW
- „Innovativer Einsatz von WPC als Kernmaterial im Sandwichspritzgießen“. Förderinstitution: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF)
- „Grundlegende Analyse zur primerlosen und flächigen Verklebung von WPC mit Dispersionsklebstoffen“. Förderinstitution: CheK.NRW
- „Recycling von Verschnitten aus der Halbzeugkonfektion von Organoblechen“. Förderinstitution: CheK.NRW
- „Entwicklung einer neuen Einwegspule für die Monofilindustrie durch topologische Entwicklung und effiziente Materialauswahl; Entwicklung eines neuen Werkzeugkonzepts für die Spulenherstellung; rheologische und strukturmechanische Analyse der Lastfälle“. Förderinstitution: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), ZIM

### Messen/Tagungen/Seminare

- 5. Jahrestagung „Kunststoffe in OWL“ MARTa, 24. September 2012, Herford
- 26. Internationales Kunststofftechnisches Kolloquium, 7.-8. März 2012, Aachen
- Arbeitskreis Atmosphärendruck-Plasma, 16.-17. Oktober 2012,

Bochum

- Arbeitskreis „Hybride Werkstoffe und Strukturen“, 12. September 2012, DLR Köln
- Kolloquium Gemeinsame Forschung in Klebtechnik bei DECHEMA, 28.-29. Februar 2012, Frankfurt
- DVS FA11, 30. Oktober 2012, Düsseldorf
- DVS-Sitzung der AG W 4.11 „Mechanisches Fügen von Kunststoffen“, Oechsler AG, 08. Februar 2012, Ansbach
- DVS-Sitzung der AG W 4.11 „Mechanisches Fügen von Kunststoffen“, Schaeffler Technologies AG, 18. September 2012, Herzogenaurach
- Internationaler Kongress Kunststoffe im Automobil, 21.-22. März 2012, Mannheim
- Workshop Epoxidharz-Klebstoffchemie, 27. Februar 2012, Frankfurt

### Wissenschaftliche Kooperationen

- Süddeutsches Kunststoff-Zentrum (SKZ), Würzburg
- Center for Plastic Science and Engineering e.V.

### Preise / Auszeichnungen

- „WAK-Preis“ an Christopher Budde: Christopher Budde erhielt den WAK-Preis für herausragende Leistungen auf dem Gebiet „neue Verfahren und Techniken bei der Verarbeitung von Kunststoffen“. 11. Oktober 2012, Erlangen, Deutschland
- REHAU Preis Technik an Stefan Seidel: Stefan Seidel erhielt den REHAU Preis Technik (3. Platz) für herausragende Leistungen auf dem Gebiet „Verarbeitungsprozesse der Kunststofftechnologie“. 05. Dezember 2012, Rehau, Deutschland

### Funktionen

- Mitglied der SPE (Society of Plastic Engineers);
- Mitglied des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kunststofftechnik;
- Mitglied der Strategie- und

Studienkommission (SSK) im Fakultätentag für Maschinenbau und Verfahrenstechnik (FTMV)

### LEHRSTUHL FÜR WERKSTOFFKUNDE (EHM. PROF. DR.-ING HANS JÜRGEN MAIER - JETZT PROF. DR.-ING. MIRKO SCHAPER)

#### Referierte Publikationen

Güzel, A.; Jäger, A.; Parvizian, F.; Lambers, H.-G.; Tekkaya, A.E.; Svendsen, B.; Maier, H.J.: „A New Method for Determining Dynamic Grain Structure Evolution During Hot Aluminum Extrusion“. *J. Mater. Process. Techn.*, 212, pp. 323-330, 2012

Rubitschek, F.; Niendorf, T.; Karaman, I.; Maier, H.J.: „Corrosion Fatigue Behavior of a Biocompatible Ultrafinegrained Niobium Alloy in Simulated Body Fluid“. *J. Mech. Behavior of Biomed. Mater.*, 5, pp. 181-192, 2012

Sangid, M.D.; Pataky, G.J.; Sehitoglu, H.; Hamilton, R.F.; Maier, H.J.: „High Resolution Analysis of Opening and Sliding in Fatigue Crack Growth“. *Int. J. Fatigue*, 37, pp. 134-145, 2012

Rüsing, C.J. Niendorf, T. Lackmann, J. Frehn, A. Maier, H.J.: „Microstructure-Deformation Relationships in Fine Grained High Manganese TWIP Steel - The Role of Local Texture“. *Int. J. Mater. Res.*, 103, pp. 12-16, 2012

Rubitschek, F.; Niendorf, T.; Karaman, I.; Maier, H.J.: „Microstructural Stability of Ultrafine-grained Niobiumzirconium Alloy at Elevated Temperatures“. *J. Alloys and Compounds*, 517, pp. 61-68, 2012

Böhner, A.; Niendorf, T.; Amberger, D.; Höppel, H.W.; Göken, M.; Maier, H.J.: „Martensitic Transformation in Ultrafine-grained Stainless Steel AISI 304L Under Monotonic and Cyclic Loading“. *Metals*, 2, pp. 56-64, 2012

Holzweissig, M.J.; Canadinc, D.; Maier, H.J.: „In-situ Characterization of Transformation Plasticity During an Isothermal Austenite-to-Bainite Phase

Transformation". Mater. Characterization, 65, pp. 100-108, 2012

Toker, S.M.; Rubitschek, F.; Niendorf, T.; Canadinc, D.; Maier, H.J.: "Anisotropy of Ultrafine-grained Alloys Under Impact Loading - The Case of Biomedical Niobium-Zirconium". Scripta Mater., 66, pp. 435-438, 2012

Lambers, H.-G.; Rüsing, C.J.; Niendorf, T.; Geissler, D.; Freudenberger, J.; Maier, H.J.: "On the Low-cycle Fatigue Response of Pre-strained Austenitic Fe61Mn24Ni6.5Cr8.5 Alloy Showing TWIP Effect". Int. J. Fatigue, 40, 51-60, 2012

Lambers, H.-G.; Canadinc, D.; Maier, H.J.: "Evolution of Transformation Plasticity in Austenite-to-Bainite Phase Transformation: A Multi Parameter Problem". Mater. Sci. Eng. A, 541, pp. 73.80, 2012

Zhu, R.; Li, S.; Karaman, I.; Arroyave, R.; Niendorf, T.; Maier, H.J.: "Multi-phase Microstructure Design of a Low-alloy TRIP-assisted Steel Through a Combined Computational and Experimental Methodology". Acta Mater., 60, pp. 3022-3033, 2012

Purcek, G.; Saray, O.; Karaman, I.; Maier, H.J.: "High Strength and High Ductility of Ultrafine-Grained, Interstitial-Free Steel Produced by ECAE and Annealing". Metall. Mater. Trans. A, 43A, pp. 1884-1894, 2012

Holzweissig, M.J.; Canadinc, D.; Maier, H.J.: "In-situ Characterization of Back-stress Effects on the Austenite-to-Bainite Phase Transformation". Scripta Mater., 67, pp. 368-371, 2012

Ezaz, T.; Sehitoglu, H.; Abuzaid, W.; Maier, H.J.: "Higher Order Twin Modes in Martensitic NiTi - The (20) Case". Mater. Sci. Eng. A, 558, 2012, pp. 422.430.

Pataky, G.J.; Sangid, M.D.; Sehitoglu, H.; Hamilton, R.F.; Maier, H.J.; Sofronis, P.: "Full Field Measurements of Anisotropic Stress Intensity Factor Ranges

in Fatigue". Eng. Fracture Mech., 94, pp. 13-28, 2012

Saray, O.; Purcek, G.; Karaman, I.; Maier, H.J.: "Impact Toughness of Ultra-fine Grained Interstitial-free Steels". Metall. Mater. Trans. A, 43A, pp. 4320-4330, 2012

Niendorf, T.; Rüsing, C.J.; Frehn, A.; Chumlyakov, Y.I.; Maier, H.J.: "Deformation Mechanisms in High-Manganese Steels Showing Twinning-induced Plasticity: Fine-grained Material and Single Crystals at Ambient and Cryogenic Temperatures". Scripta Mater., 67, pp. 875-878, 2012

Sehitoglu, H.; Wang, J.; Maier, H.J.: "Transformation and Slip Behavior of Ni2FeGa". Int. J. Plasticity, 39, pp. 61-74, 2012

Niendorf, T.; Klimala, P.; Maier, H.J.; Frehn, A.: "The Role of Notches on Fatigue Life of TWIP Steel in the HCF Regime" Proc. Thermec 2011, Mater. Sci. Forum, 706-709, pp. 2205-2210, 2012

Schmidt, H.C.; Damerow, U.; Lauter, C.; Gorny, B.; Hankeln, F.; Homberg, W.; Troester, T.; Maier, H.J.; Mahnken, R.: "Manufacturing Processes for Combined Forming of Multi-material Structures Consisting of Sheet Metal and Local CFRP Reinforcements". Key Eng. Mater., 504-506, pp. 295-300, 2012

## Nicht referierte Publikationen

- Brenne, F.; Niendorf, T.; Maier, H.J.: "Optimization of Lattice Structures manufactured by Selective Laser Melting". Proc. 1st Int. Conf. of the Int. J. of Structural Integrity, Porto, pp. 40-50, 2012

## Forschungsprojekte

- „Optimization of lattice structures manufactured by Selective Laser Melting“. Förderinstitution: Firmenkonsortium des DMRC / NRW
- „Dynamische Mikrostrukturänderungen in thermo-mechanisch

gekoppelten Prozessen“. Förderinstitution: DFG -Deutsche Forschungsgemeinschaft

- „Optimierung des Ermüdungsverhaltens von TWIP-Stählen durch gezielte Vorverformung“. Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG
- „Funktionelle Ermüdung von Fe-Basis Formgedächtnislegierungen“. Förderinstitution: DFG - Deutsche Forschungsgemeinschaft
- „Erarbeitung von Grundlagen zum Ermüdungsverhalten und zur Schädigungsentwicklung an Grenzflächen von Leichtverbundstrukturen im Radialventilatorbau“. Förderinstitution: BMWi - Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie
- „Entwicklung von Produktionsverfahren zur Herstellung höchstfester hybrider Verbundstrukturen zur Gewichtsminimierung im Automobilbau“. Förderinstitution: NRW-Bank
- „Hochtemperatur-Formgedächtnislegierungen - Von den Grundlagen zur Anwendung“. Förderinstitution: DFG - Deutsche Forschungsgemeinschaft
- „Hochtemperaturermüdungsverhalten von konventionellen sowie im Laserschmelzverfahren hergestellten, beschichteten, heißisostatisch gepressten Nickelbasis-Hochtemperaturlegierungen“ (in Kooperation mit Prof. Dr. Tillmann, TU Dortmund). Förderinstitution: DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft

## Wissenschaftliche Kooperationen

- Prof. Dr. G. Eggeler, Ruhr-Universität Bochum
- Prof. Dr. J. Estrin, TU Clausthal, Monash University, Australien
- Prof. Dr. K. Gall, Georgia Institute of Technology, USA
- Prof. Dr. M. Göken, Universität Erlangen-Nürnberg
- Prof. Dr. G. Gottstein, RWTH Aachen
- Prof. Dr. I. Karaman, Texas A&M University, USA

- Prof. Dr. W. Schmahl, Ludwig Maximilian Universität München
- Prof. Dr. H. Sehitoglu, University of Illinois, USA
- Prof. Dr. W. Tillmann, TU Dortmund
- WAW – Wissenschaftlicher Arbeitskreis e.V. der Universitätsprofessoren der Werkstofftechnik

## Preise, Auszeichnungen

- „Best Young Scientist Award“: Felix Rubitschek
- Herr Rubitschek wurde im Rahmen des „Acta Materialia Gold Medal Symposium“ der internationalen Konferenz „EMRS Fall Meeting“ für den besten Vortrag eines Nachwuchswissenschaftlers ausgezeichnet. Der ausgezeichnete Vortrag von Herrn Rubitschek befasste sich mit der Thematik „Fatigue and Corrosion Properties of Biocompatible Ultrafine-Grained NbZr Alloy in Simulated Body Fluid“. 17.-21.9., Warschau, Polen

## PROF. DR.-ING. VOLKER SCHÖPPNER

### Referierte Publikationen

Schöppner, V.; Friedrich, N.: „Zykluszeitreduzierung ohne Qualitätsverlust beim Heizelementschweißen durch Zwangskühlung mittels Druckluft“. Fügen von Kunststoffen, S. 134-141, Paderborn, Germany, 2012

Schöppner, V.; Wibbeke, A.: „Self-Reinforcement of Uniaxially Stretched Polycarbonate Film: Monoaxial stretched films in comparison with biaxial stretched films“. 1st International Conference on Thermo-Mechanically Graded Materials, Kassel, Germany, 2012

Schöppner, V.; Bagsik, A.; Klemp, E.: „Tensile and Flexural Properties of Fused Deposition Modeling Parts manufactured with Ultem9085“. 1st International Conference on Thermo-Mechanically Graded Materials, Kassel, Germany, 2012

Schöppner, V.; Friedrich, N.;

Hoffschlag, R.; Schnieders, J.; Gövert, S.: „Cycle Time Reduction By Forced Air Cooling For Hot Plate Welding“. Welding in the World, S. 101-107, 2012

Schöppner, V.; Wibbeke, A.; Sasse, M.: „Self-reinforcement of uniaxially stretched polycarbonate film“. Antec 2012, Orlando, USA, 2012

Schöppner, V.; Böhm, N.; Song, X.: „Influence of the process parameters of an underwater pelletizing system on the moisture content of WPC (wood-plastic-composite) pellets“. Antec, 2012, Orlando, USA, 2012

Schöppner, V.; Leßmann, J.: „Description by dimensional analysis of the wall thickness distribution in the Two-Stage GITBlow process“. Antec 2012, Orlando, USA, 2012

Schöppner, V.; Wibbeke, A.; Scholtes, B.; Lebsanft, M.; Zinn, W.: „Reinforcing a PC-Film by means of monoaxial stretching“. Proceedings of the Polymer Processing Society 28th Annual Meeting, Pattaya, Thailand, 2012

Schöppner, V.; Henke, B.: „Determination of Correction Factors for Network Theory Based Design of Extrusion Fils Dies“. Proceedings of the Polymer Processing Society 28th Annual Meeting, Pattaya, Thailand, 2012

Schöppner, V.; Leßmann, J.; Weddige, R.; Porsch, A.: „Dimensionless model of the solids throughput of single-screw smooth barrel extruders regarding the feed section parameters“. Proceedings of the Polymer Processing Society 28th Annual Meeting, Pattaya, Thailand, 2012

Schöppner, V.; Littek, S.: „Modeling the molecular weight loss in single screw extrusion“. Proceedings of the Polymer Processing Society 28th Annual Meeting, Pattaya, Thailand, 2012

Schöppner, V.; Leßmann, J.; Weddige, R.; Porsch, A.: „Modelling the Solids Throughput of Single Screw Smooth Barrel Extruders as a Function of the Feed Section Parameters“.

International Polymer Processing XXVII, 4, München, Carl Hanser Verlag, 2012

Schöppner, V.; Littek, S.; Schneider, M.; Huber, K.: „Messung zum Materialabbau von Polypropylen“. Zeitschrift Kunststofftechnik (WAK), 2012

Schöppner, V.; Bagsik, A.; Klemp, E.: „Long-term ageing effects on FDM Parts manufactured with Ultem9085“. 23th Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium - An Addictive Manufacturing Conference, Austin/Texas/USA, 2012

Schöppner, V.; Limper, A.; Henke, B.: „Berechnung von Extrusionswerkzeugen“. Verfahrenstechnik der Thermoplastextrusion, Kapitel 9, ISBN Nummer 9783446417441, 2012

### Nicht referierte Publikationen

Schöppner, V.; Bagsik, A.; Klemp, E.: „Extensive Analysis of the Mechanical Strength Properties of Fused Deposition Modeling Parts manufactured with Ultem9085“. 5th International PMI Conference, Ghent, Belgien, 2012

Schöppner, V.; Böhm, N.: „Influence of the process parameters of an underwater pelletizing system on the moisture content of WPC pellets“. Biobased materials - 9th WPC, Natural Fibre and other innovative Composites Congress and Exhibition, München, Carl Hanser Verlag, 2012

Schöppner, V.; Littek, S.: „Modeling the molecular weight loss in single screw extrusion“. Halle (Saale), Polymeric Materials, 2012

Schöppner, V.; Leßmann, J.; Weddige, R.; Porsch, A.: „Effizienz doppelt steigern“. Kunststoffe, 05, S. 72-75, München, Carl Hanser Verlag, 2012

Schöppner, V.; Leßmann, J.; Weddige, R.; Porsch, A.: „Double increasing efficiency“. Kunststoffe international, 05, S. 40-43, München, Carl Hanser Verlag, 2012

## Aktuelle Forschungsprojekte

- "Influence factors on FDM part quality manufactured with ULTEM\* 9085 (DMRC)". Förderinstitution: Industriekonsortium
- "Selbstlernende Rohrextrusionslinie". Förderinstitution: Industrie
- „Energetische Optimierung des diskontinuierlich compoundierenden Kautschuk-Innenmischers“. Förderinstitution: NRW-Bank
- „Analyse und Modellierung der Glasfaserlängenverteilung bei der Aufbereitung mit gleichläufigem Doppelschneckenextrudern“. Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- „Optimierung und Modellierung der geometrischen Gestaltung der Einzugszone bei einem Einschneckenextruder im Hochgeschwindigkeitsbereich“. Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- „Energieeffiziente Hochgeschwindigkeits-Extrusion; Messtechnisch basierte Auslegung von Entgasungseinheit und Schneckenengeometrie für High-speed- Extruder“. Förderinstitution: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF)
- „Gradierte Strukturen in amorphen Kunststoffen: Herstellung von eigenverstärktem Polycarbonat“. Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Sonderforschungsbereichs Transregio 30
- „Optimierung und gezielte Auslegung von temperierten Einschnecken in der Kunststoffverarbeitung“. Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- „Modellierung des Molekulargewichtsverlustes in Einschneckenextrudern“. Förderinstitution: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- „Analyse und Beurteilung flammgeschützter Materialien im Kunststoffschweißprozess, Analyse der Schweißneigung flammgeschützter Materialien“.

Förderinstitution: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), ZIM

- „Entwicklung innovativer Flammenschutzmittel für Polyolefine bei materialschonender Compoundierung; Entwicklung von mathematischen Modellen zur Schneckenberechnung, Compoundierung und Überprüfung der Rezepturen“. Förderinstitution: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), ZIM
- „Steigerung der Wirtschaftlichkeit in der Kautschukverarbeitung durch die Entwicklung schnelllaufender Kautschuk-Extrusionsanlagen“. Förderinstitution: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), DKG
- „Kunststofftechnische und thermodynamische Auslegung eines Schrumpfsystems“. Förderinstitution: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), ZIM
- „Optimierung des Mischverhaltens von Kautschukstiftextrudern mittels simulativer und experimenteller Methoden“. Förderinstitution: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF)
- „Toolfreie 3D-Fügetechnik für designoptimierte Automotive-Frontscheinwerfer; Verfahrenstechnische Berechnung der 3D-Fügetechnik für Automotive-Frontscheinwerfer inklusive der wissenschaftlichen Bewertung konstruktiver Aspekte und der Durchführung von Langzeitprüfungen am gefügten Bauteil“. Förderinstitution: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), ZIM
- Entwicklung von WPC-Masterbatches auf der Basis von Rindervollblutmehl und Holzpartikeln; Untersuchungen und Optimierungen der Herstellung, der Rezepturen und mechanischen Eigenschaften sowie der Verarbeitbarkeit von WPC mit

Vollblutmehl als Haftvermittler“. Förderinstitution: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), ZIM

## Messen/Tagungen/Seminare

- 1st International Conference on Thermo-Mechanically Graded Materials, 29.-30. Oktober 2012, Kassel
- 5th Bi-Annual Polymers and Moulds Innovations Conference, Ghent (Belgien), 13.-14. September 2012
- 23th Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium – An Additive Manufacturing Conference SFF, 06.-08. August 2012, Austin/Texas, (USA)
- DVS-Sitzung des FA 11 „Kunststofffügen“, DVS-Haus, 30. Oktober 2012, Düsseldorf
- DVS Arbeitsgruppe W4 Fügen von Kunststoffen, 28. Mai 2012, Würzburg
- Hanser "Biobased materials - 9th WPC, Natural Fibre and other innovative Composites 2012", 19.-20. Juni 2012, Fellbach / Stuttgart
- IHK Ostwestfalen zu Bielefeld „Biokunststoffe – Potenziale und Chancen“, 14. Juni 2012, Bielefeld
- polymeric materials, 12.-14. September 2012, Halle (Saale)
- ProcessNet-Jahrestagung, 13.09.12, Karlsruhe
- VDI Jahrestagung „Extrusionstechnik 2012“, 13.-14. Juni 2012, Bonn
- VDI Wissensforum „Extrusionswerkzeuge für Rohre und Profile“, 28. Juni 2012, Mannheim
- VDI Wissensforum „Extrusionswerkzeuge für Folien und Platten“, 23. Oktober 2012, Karlsruhe
- VDI Wissensforum „Extrusion thermoplastischer Kunststoffe“, 14.-15. November 2012, Münster
- WPC IHK Biopolymere, WPC-Kongress
- 7th International Conference for Conveying and Handling of Particulate Solids-CHoPS 2012, 10.-13. September 2012, Friedrichshafen
- 17. Rapid-Prototyping-Tagung,



- 16. November 2012, Lemgo
- Arbeitskreis „Hybride Werkstoffe und Strukturen“, 12. September 2012, DLR Köln
- DVS-Sitzung der AG W 4.8 „HS Serienschweißen“ Mann + Hummel Automotive GmbH, 19. April 2012, Bad Harzburg
- DVS-Sitzung der AG W 4.11 „Mechanisches Fügen von Kunststoffen“, Oechsler AG, 08. Februar 2012, Ansbach
- Euromould 2012, 27.-30. November 2012, Frankfurt
- HF Mixing Days, 16. Februar 2012, Freudenberg
- Industriekolloquium des Sonderforschungsbereichs 814 – Additive Fertigung, 06. Dezember 2012, Nürnberg
- Hannover-Messe 2012, 23.-27. April 2012, Hannover
- Haus der Technik, Moderne Flammenschutzmittel in Kunststoffen, 15.-16. Mai 2012, Essen
- Rapid.Tech 2012, 08.-09. Mai 2012, Erfurt
- VDI-Wissensforum „Der Einschnuckenextruder, Grundlagen und Praxis“, 24.-25. April 2012, Düsseldorf
- Wissenschaftliche Kooperationen
- Süddeutsches Kunststoff-Zentrum (SKZ), Würzburg
- Center for Plastic Science and Engineering e.V., Iserlohn

## Funktionen

- Dekan der Fakultät Maschinenbau;
- Mitglied der PPS (Polymer Processing Society);
- Mitglied des DVS-AGW4;
- German Delegate und
- Chairman der Kommission XVI Kunststofffügen und Kleben des „International Institute of Welding“ (IIW);
- Mitglied des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kunststofftechnik

## PROF. DR. THOMAS TRÖSTER

### Referierte Publikationen

Schmidt, H. C.; Damerow, U.; Lauter, C.; Gorny, B.; Hankeln, F.; Homberg,

W.; Tröster, T.; Maier, H.-J.; Mahnken, R.: “Manufacturing processes for combined forming of multi-material structures consisting of sheet metal and local CFRP reinforcements”. Trans Tech Publications Inc., Key Engineering Materials, Volumes 504-506, S. 295-300, 2012

Reuter, C.; Frantz, M.; Lauter, C.; Block, H.; Tröster, T.: “Simulation and testing of hybrid structures consisting of press-hardened steel and CFRP”. 1st International Conference on Mechanics of Nano, Micro and Macro Composite Structures (ICNMMCS), Turin (Italien), 18.-20. Juni 2012

Gorny, B.; Hankeln, F.; Lauter, C.; Schmidt, H. C.; Damerow, U.; Mahnken, R.; Maier, H.-J.; Tröster, T.; Homberg, W.: “Simulation and manufacturing of deep drawn parts reinforced by carbon fibre prepregs”. 1st International Conference on Mechanics of Nano, Micro and Macro Composite Structures (ICNMMCS), Turin (Italien), 18.-20. Juni 2012

Lauter, C.; Frantz, M.; Kohler, J.-P.; Tröster, T.: “Crash tests of hybrid structures consisting of sheet metal and local CFRP reinforcements”. 15th European Conference on Composite Materials (ECCM15), Venedig (Italien), 24.-28. Juni 2012

Lauter, C.; Sarrazin, M.; Tröster, T.: “Joining technologies for hybrid materials consisting of sheet metal and carbon fibre reinforced plastics”. 1st International Conference of the International Journal of Structural Integrity (IJSI), Porto (Portugal), 25.-28. Juni 2012

Lauter, C.; Niewel, J.; Siewers, B.; Zanft, B.; Tröster, T.: “Crash worthiness of hybrid pillar structures consisting of sheet metal and local CFRP reinforcements”. 15th International Conference on Experimental Mechanics (ICEM15), Porto (Portugal), 22.-27. Juli 2012

### Nicht referierte Publikationen

Tröster, T.; Marten, T.; Thomas, D.; Block,

H.; Lauter, C.; Thöne, M.: „Automobilleichtbau mit innovativen Werkstoffen und Prozessen“. Forschungsforum Paderborn, Ausgabe: 15/2012, S. 30-38, Universität Paderborn, 2012

Lauter, C.; Werneke, S.; Siewers, B.; Tröster, T.: „Endkonturrennahe Fertigung von höchstfesten Hybridbauteilen“. Lightweight Design – Die Fachzeitschrift für den Leichtbau bewegter Massen, Ausgabe: 1/2012, S. 53-58, Springer-Vieweg-Verlag, Wiesbaden, 2012

Riemer, A.; Leuders, S.; Tröster, T.; Richard, H. A.: „Untersuchung zyklischer belasteter SLM-Bauteile aus der Titan-Aluminium-Legierung TiAl6V4“. Werkstoffe und Fügeverfahren – Neue Herausforderungen für die Betriebsfestigkeit, Berichtsband der 39. Tagung (Paderborn), DVM 2012

Leuders, S.; Riemer, A.; Tröster, T.; Richard, H. A.: “Characterization and Comparison of Mechanical Properties of SLM Materials with Regard to Process Cycle Time Improvement”. 1st International Conference on Thermo-Mechanically Graded Materials, Kassel, 29.-30. Oktober 2012

Leuders, S., Thone, M., Riemer, A., Niendorf, T., Troster, T., Richard, H.A., Maier, H.J.: “On the mechanical behaviour of titanium alloy TiAl6V4 manufactured by selective laser melting”. Fatigue resistance and crack growth performance, International Journal of Fatigue, 2012

Thöne, M.; Leuders, S.; Riemer, A.; Tröster, T.; Richard, H. A.: “Influence of heat-treatment on Selective Laser Melting products - e.g. Ti6Al4V”. Solid Freeform Fabrication Symposium, 2012

Lauter, C.; Tröster, T.; Brandis, R.; Gausemeier, J.: „Methodik für die Produktentstehung hybrider Leichtbaustrukturen“. Lightweight Design – Die Fachzeitschrift für den Leichtbau bewegter Massen,

Ausgabe: 6/2012, S. 50-56, Springer-Vieweg-Verlag, Wiesbaden, 2012

Ickert, L.; Thomas, D.; Tröster, T.; Eckstein, L.: „Beitrag zum Fortschritt im Automobilleichtbau durch belastungsgerechte Gestaltung und innovative Lösungen für lokale Verstärkungen von Fahrzeugstrukturen in Mischbauweise“. FAT-Schriftenreihe 244, Aachen, Juni 2012

Tröster, T.; Marten, T.; Adelbert, S.; Kadim, A.: „Wirbelbetterwärmung von Platinen für das Presshärten (Forschungsvorhaben P 850)“. Forschung für die Praxis, Abschlussberichte Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V., Verlag und Vertriebsgesellschaft mbH, Düsseldorf, 2012

## Aktuelle Forschungsprojekte

- „Entwicklung von Produktionsverfahren zur Herstellung höchstfester hybrider Verbundstrukturen zur Gewichtsminimierung im Automobilbau“. Förderinstitution: NRW-Bank
- „Induktives Erwärmen von Platinen für das Presshärten“. Förderinstitution: Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA)
- „Product optimization for SLM-process“. Förderinstitution: Industrieprojekt, Land NRW
- „Fatigue strength properties of different steel SLM components“. Förderinstitution: Industrieprojekt, Land NRW
- „Einsatz neuartiger Stähle und Generierung gradierter Leichtbaustrukturen im Presshärteprozess“. Förderinstitution: Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA)
- „Entwicklung einer Rettungsschere für den Einsatz bei ultrahochfesten Stahlwerkstoffen in Kraftfahrzeugen“. Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
- „Entwicklung einer intelligenten Sportlauffeder; Modellerstellung,

Lebensdauersimulation und Bauteiltesting der intelligenten Sportlauffeder“. Förderinstitution: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

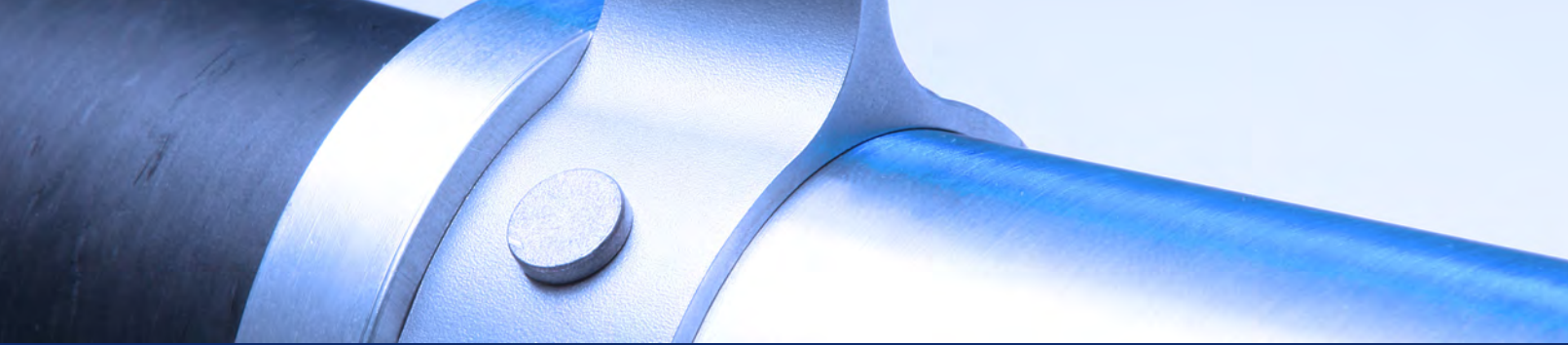
- „Innovative Fahrwerkskomponente in Hybridbauweise“. Förderinstitution: NRW-Bank
- „Eigenschaftsoptimierte Matrixsysteme für höchstfeste hybride Verbundstrukturen zur Gewichtsminimierung im Automobilbau“. Förderinstitution: NRW-Bank

## Wissenschaftliche Kooperationen

- Ford Forschungszentrum Aachen GmbH, Deutschland
- Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen (ITA), Deutschland
- Lehrstuhl für Carbon Composites an der TU München (LCC), Deutschland
- Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration in Berlin (IZM), Deutschland
- Audi AG, Ingolstadt, Deutschland

## Funktionen

Prof. Dr. rer. nat. Thomas Tröster:  
Gutachter bei der AIF.



## **IMPRESSUM**

### **HERAUSGEBER**

Institut für Leichtbau mit Hybridsystemen, Universität Paderborn

### **KOORDINATION UND REALISIERUNG**

Dr. Silvia Dohmeier-Fischer

Fotos: Universität Paderborn

### **ANSCHRIFT**

Universität Paderborn

Institut für Leichtbau mit Hybridsystemen

Warburger Str. 100

33098 Paderborn

Telefon +49 (0)5251/60-3937

E-Mail: [ilh@lists.upb.de](mailto:ilh@lists.upb.de)

<http://ilh.uni-paderborn.de/>

### **DRUCK**

Bonifatius GmbH, Paderborn

