



ZWEIJAHRESBERICHT BIENNIAL REPORT

2017 - 2018



**KUNSTSTOFF
TECHNIK
LEOBEN**

www.kunststofftechnik.at

IMPRESSUM

Für den Inhalt verantwortlich/
Responsible for the content:

Univ.-Prof. Ralf Schledjewski

Grundlayout:

Tanja Grössing, MA

Department Polymer Engineering and Science
Otto Glöckel-Straße 2 | 8700 Leoben | Austria
+43 3842 402 2701 | kunststofftechnik@unileoben.ac.at
www.kunststofftechnik.at

Bei einigen personenbezogenen Formulierungen wurde wegen der besseren Lesbarkeit des Textes auf das Nebeneinander von weiblicher und männlicher Form verzichtet. Natürlich gilt in jedem dieser Fälle genauso die weibliche Form.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AM - Additive Manufacturing
AMG - Lehrstuhl für allgemeinen Maschinenbau
BMDW - Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort
bmvit - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
BMFWF - Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung
BOKU Wien - Universität für Bodenkultur Wien
CDG - Christian Doppler Forschungsgesellschaft
CD-Labor - Christian Doppler Labor
Dept. KT. - Department Kunststofftechnik Leoben
ESI - Erich Schmid Institute of Materials Science
FFG - Die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft
FTI - Forschung, Technologieentwicklung und Innovation
KC - Lehrstuhl für Chemie der Kunststoffe

KKV - Lehrstuhl für Konstruieren in Kunst- und Verbundstoffe
KMU - Kleine und mittlere Unternehmen
KVKL - Kompetenzverbund Kunststoffbauteil Leoben
KV - Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung
MCL - Materials Center Leoben
MedUniGraz - Medizinische Universität Graz
MUL - Montanuniversität Leoben
PCCL - Polymer Competence Center Leoben GmbH
SGK - Lehrstuhl für Spritzgießen von Kunststoffen
SG - Spritzgießen
SME - Small and medium-sized enterprises
TU Graz - Technische Universität Graz
TU Wien - Technische Universität Wien
VV - Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
WPK - Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe

INHALTSVERZEICHNIS

TABLE OF CONTENTS

KUNSTSTOFFTECHNIK LEOBEN DEPARTMENT POLYMER ENGINEERING AND SCIENCE	6
Chemie der Kunststoffe (KC) Chemistry of Polymeric Materials	8
Konstruieren in Kunst- und Verbundstoffen (KKV) Designing Plastics and Composite Materials	9
Kunststoffverarbeitung (KV) Polymer Processing	10
Spritzgießen von Kunststoffen (SGK) Injection Moulding of Polymers	11
Verarbeitung von Verbundwerkstoffen (VV) Processing of Composites	12
Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe (WPK) Materials Science and Testing of Polymers	13
Dienstleistungen Services	14
FORSCHUNG & PROJEKTE RESEARCH & PROJECTS	16
Forschungsschwerpunkt ELASTOMERE Research objective ELASTOMERS	18
Forschungsschwerpunkt ADDITIVE FERTIGUNG Research objective ADDITIVE MANUFACTURING	24
Forschungsschwerpunkt SMART MANUFACTURING Research objective SMART MANUFACTURING	34
Forschungsschwerpunkt LEICHTBAU Research objective LIGHTWEIGHT DESIGN	40
Forschungsschwerpunkt NACHHALTIGKEIT Research objective SUSTAINABILITY	46
LEHRE & AUSBILDUNG ACADEMIC TEACHING & EDUCATION.....	52
KOOPERATIONEN & PARTNER COOPERATIONS & PARTNERS.....	66
EHRUNGEN & PREISE HONORS & AWARDS	72
VERANSTALTUNGEN & SOCIAL ACTIVITIES EVENTS & SOCIAL ACTIVITIES	78

Vorwort

Preface



Departmentleitung

Univ.-Prof. Dr. Ralf Schledjewski

Die Zeit rennt und schon bald wird das Department Kunststofftechnik auf eine 50-jährige Geschichte zurückblicken. In den frühen siebziger Jahren wurde die Kunststofftechnik anfänglich durch zwei Institute und später, um 1990, durch insgesamt vier Institute repräsentiert. Der Ansatz dabei war, die gesamte Breite des Themenfeldes abzubilden, beginnend mit der Chemie der Kunststoffe und der Werkstoffkunde der Kunststoffe und vervollständigt durch Auslegung und Berechnung der Kunststoffe und der Möglichkeit zur Bauteilherstellung über die Verarbeitung von Kunststoffen. Diese Aufstellung, von uns als Vier-Säulen-Konzept bezeichnet, ermöglicht eine qualitativ hochwertige Ausbildung der Studierenden und eine tiefgehende Forschung und Entwicklung entsprechend unserem Leitmotiv:

Vom Rohstoff zum fertigen Produkt

2010 wurden die verarbeitungsrelevanten Themen geschärft und die bis dahin eigenständigen Institute wurden in eine Departmentstruktur integriert. Heute besteht das Department Kunststofftechnik aus sechs Lehrstühlen mit insgesamt 97 VZÄ an Beschäftigten (Stand Ende 2018). Kapitel 1 gibt hierzu eine kurze Einleitung und weitergehende Details.

Nahezu 50 Jahre mit einer kontinuierlichen Entwicklung werfen zwangsläufig eine Frage auf: Welche Position haben wir heute und wie planen wir unsere Zukunft? Dieser Frage folgend wurde 2017 ein Evaluierungsprozess gestartet. In mehreren Workshops wurde zunächst ein Selbstevaluierungsbericht erarbeitet. Ein Gremium aus mehreren externen, anerkannten Fachleuten der Kunststofftechnik wurde hier um Begutachtung nachgefragt. Im Oktober 2018 fand dann im Rahmen einer Vor-Ort-Begehung mit Präsentationen, Laborrundgängen und Workshops ein intensiver Austausch mit diesem Gremium statt. Das im Nachgang verfasste Gutachten bescheinigt dem Department Kunststofftechnik: das Vier-Säulen-Konzept wurde über die Jahre konsequent durch Hinzunahme neuer Themen, den Start neuer Initiativen und durch Adressierung gesellschaftsrelevanter Fragestellungen entwickelt. Ausgewählte Ergebnisse unsere Forschung aus den Jahren 2017-2018 sind in Kapitel 2 dargestellt.

Unsere Forschung zielt ab auf den Aufbau von Methodenkompetenz und die Fokussierung auf industrierelevante Fragestellungen. Die allgemeine Verbreitung der hierbei erarbeiteten Ergebnisse nimmt bei uns einen hohen Stellenwert ein. Über die letzten fünf Jahre gab es etwa 750 schriftliche Veröffentlichungen (z. B. Bücher, Buchkapitel, begutachtete Fachaufsätze und Konferenzbeiträge). Dabei steigt insbesondere die Anzahl der Beiträge in SCI-Fachzeitschriften. Alle Details unserer Disseminierungsaktivitäten sind im Forschungsportal PURE, Zugang über die Website unserer Universität, dokumentiert.

Das Studienprogramm Kunststofftechnik an unserer Universität ist Basis für eine internationale Karriere in Industrie und Hochschule. Die fortwährende Entwicklung des Studienprogramms, gemeinsame Studienprogramme mit Universitäten in anderen Ländern und ein großes Engagement bei der Motivation junger Menschen, sich mit der Kunststofftechnik vertraut zu machen und die Chancen einer Beschäftigung in diesem Bereich zu erkennen, stellen ein tägliches Muss für uns dar. Kapitel 3 liefert hier weitere Details und Highlights.

Einen kurzen Überblick zu unseren Kooperationspartnern, innerhalb und außerhalb der Universität, liefert Kapitel 4 und verdeutlicht unsere Vernetzung. Die Bestätigung aus unserer Community in Form von Auszeichnungen und anderen Anerkennungen haben wir in Kapitel 5 aufbereitet. Das abschließende Kapitel fasst die wesentlichen Events, die wir organisiert haben, um mit unserer Community im Kontakt zu sein, und andere Aktivitäten zusammen.

Das hochmotivierte Team des Departments hat versucht die wichtigsten und interessantesten Informationen zusammenzutragen, die einen guten Überblick über die vergangenen zwei Jahre des Departments geben. Im Namen aller Beschäftigten wünsche ich Ihnen eine angenehme Lektüre.

Glück Auf!

Prof. Ralf Schledjewski

Time is running and quite soon the Department Polymer Engineering and Science will look back over a five decades' history. Early in the seventies, two Institutes and later on, around 1990, in total four Institutes represented the Polymer Engineering and Science in Leoben. The basic idea behind was, to cover the whole range, starting with the Chemistry of Polymers and Material Science of Polymers, including Design and Analysis of Polymers and ending in Processing of Polymers to result in final components. This so-called four pillars concept allows for offering high quality education of students and deep insight research and development according to our guiding principle:

From raw material to final component

In 2010 the processing related topics were strengthened and the up to that time independently organized Institutes were integrated in a Department structure. Today the Department Polymer Engineering and Science consists of six Chairs represented by 97 FTE (end of 2018) staff members, a short introduction and more specific details you will find in chapter 1.

Nearly 50 years of continuous development brings up the question: What is our position today and where do we plan to go in future? To face this question, an evaluation procedure started in 2017. Based on several workshops a self-evaluation report has been prepared. A panel of several external and well recognized peers in the research field were asked to review this report and in October 2018 a two-day on-site evaluation including presentations, lab-tours and workshop sessions took place. Intense discussion with our peers and a feedback report confirmed, our four pillars concept has been consistently further developed over the years by continuously adding new topics, new initiatives and by addressing societally relevant topics. Selected examples of

our research elaborated in the period 2017–2018 you will find in chapter 2.

Our research aims to build-up method competencies and to face industrial needs. Dissemination of the results we gained here is something we spent special attention. Over the last five years the Department has made round about 750 written publications (e.g. books, book chapters, peer reviewed papers, conference proceedings). Especially contributions in SCI-journals do have rising numbers. More details about our dissemination tasks can be found on the PURE site at the homepage of our university.

The university study program "Polymer Engineering and Science" is a basis for an international career in industry and academia. Continuous development of the study program, joint study programs together with universities from other countries and a strong engagement to motivate young people getting familiar with polymer engineering and science and the opportunities that working in this field will bring is a daily must for us. Chapter 3 delivers more details and highlights.

A short overview about our cooperation partners, both within and outside the university, in Chapter 4 is aimed to demonstrate our network. The feedback from our community in form of awards and other kinds of recognition is presented in Chapter 5. The final Chapter summarizes the main important events we have organized to get in contact with our community and other social activities.

The highly motivated department team tried to identify the most relevant and highly interesting information giving an overview about the past two years of the Department Polymer Engineering and Science. In the name of all our employees I hope you will enjoy reading this report. ■



Vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt

From raw material to final component



Seit beinahe 50 Jahren ist die Kunststofftechnik Leoben international anerkannter Forschungs- und Ausbildungspartner für Betriebe aus Industrie und Wirtschaft und Hochschulen.

Alles unter einem Dach

Das Department für Kunststofftechnik und seine sechs Lehrstühle sehen sich dabei als universelle Ansprechpartner: Forschungsprojekte, die gemeinsam mit Industriebetrieben und Universitäten abgewickelt werden – vom kleinen Dienstleistungs- bis zum internationalen EU-Projekt – befassen sich mit der Herstellung, Verarbeitung und Anwendung von Kunststoffen, der Erforschung ihrer physikalischen, chemischen und technologischen Eigenschaften sowie mit Recycling und End-of-life-Szenarien. Das Ziel ist die Erschließung neuer Anwendungsgebiete für Kunststoffe, die Auswahl bzw. Entwicklung eines für eine bestimmte Anwendung am besten geeigneten Kunststoffes, technologische Optimierungen der Verarbeitungsprozesse, die werkstoffgerechte Auslegung von Bauteilen sowie die Entwicklung und Optimierung von Recycling- und Wiederverwertungs-Technologien.

Ausbildungspartner

Neben Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten ist die Kunststofftechnik Leoben auch ein wichtiges Ausbildungszentrum. Die wichtigsten kunststofftechnischen Fachbereiche im Wertschöpfungskreislauf sind in das Studium integriert. Die fundierte Ausbildung, in Kombination mit dem sechsmonatigen

Pflichtpraktikum, bereitet die Studierenden optimal auf das Berufsleben vor.

For almost 50 years, the Department Polymer Engineering and Science has been an internationally recognized research partner for companies from industry and universities.

All under one roof

The Department of Polymer Engineering and Science consists of six chairs (professorships) which undertake high-quality research in the fields of chemistry of polymeric materials, designing plastics and composite materials, polymer processing, injection moulding of polymers, processing of composites and materials science and testing of polymers. Vitally important for this excellent reputation is the strong cooperation with international companies. Special attention is paid to collaborative projects ranging from local projects to international EU-projects.

Excellent study program

In addition to research and development, the Department of Polymer Engineering and Science is also well known for its excellent training and education. Due to the great importance and wide range of the utilization of polymeric materials and due to their still very high development potential, there is a great demand for technically and scientifically skilled polymer engineers. ■

Auf einen Blick | at a glance

- Rund 100 Kunststofftechnikerinnen & Kunststofftechniker
- Moderner Maschinenpark & ausgezeichnete Infrastruktur auf über 6000 m²
- 750 schriftliche Veröffentlichungen (z. B. Bücher, Buchkapitel, begutachtete Fachaufsätze und Konferenzbeiträge) in den vergangenen fünf Jahren
- Kooperationen mit internationalen Unternehmen & Universitäten seit fast 50 Jahren

- About 100 polymer technicians
- Modern machinery and excellent infrastructure on over 6000 m²
- 750 written publications (e.g. books, book chapters, peer reviewed papers, conference proceedings) in the past 5 years
- Cooperations with international companies and universities for almost 50 years



KUNSTSTOFFTECHNIK LEOBEN

POLYMER ENGINEERING AND SCIENCE LEOBEN



Chemie der Kunststoffe (KC)

Chemistry of Polymeric Materials



Ink-Jet Inks (Prof. Griebler) in 2016, the CD laboratory will be continued until May, 2019.

Facts & Figures

The basic personnel infrastructure comprises one full professor (W. Kern), two associate professors (N. Aust, T. Griebler), one assistant professor (G. RieB) as well as four

additional staff members. Third party funding is an essential resource for the scientific activity of the chair. From publicly funded projects and contractual research with industry, additional employees (13 full-time equivalents) are financed (status 12/2018). Moreover, several employees of PCCL perform their research work at the chair, and contribute to the overall success.

Unsere Forschungsschwerpunkte

Der Lehrstuhl für Chemie der Kunststoffe befasst sich in Forschung und Lehre mit den Themen makromolekulare Chemie, physikalische Chemie der Kunststoffe und molekulare Charakterisierung von Polymeren. Weiters werden spezielle Forschungsgebiete, darunter die Photochemie an Polymeren, die Oberflächen- und Grenzflächenchemie, sowie die Technologie von funktionellen (Nano-) Composit-Werkstoffen bearbeitet.

Basierend auf der positiven Zwischen-evaluierung des Christian Doppler Labors (CD-Labor) für „Inkjet-Druckertinten auf Polymerbasis“ (Prof. Griebler) im Jahr 2016 wird das CD-Labor plan-gemäß bis 05 / 2019 fortgeführt.

Zahlen & Fakten

Die personelle Grundausstattung des Lehrstuhls umfasst einen Universitätsprofessor (W. Kern), einen assoziierten Professor (T. Griebler), einen außerordentlichen Universitätsprofessor (N. Aust), einen Assistenzprofessor (G. RieB) sowie vier allgemeine Bedienstete. Eine weitere wesentliche Säule des Lehrstuhles sind drittmittelfinanzierte Forschungsprojekte und Untersuchungsaufträge aus der Industrie. Aus diesen Drittmitteln werden zusätzliche Mitarbeiter (13 Vollzeit-

äquivalente) am Lehrstuhl beschäftigt (Stand 12/2018). Darüber hinaus tragen Mitarbeiter des PCCL, die ihre Forschungsarbeit am Lehrstuhl ausführen, entscheidend zum Erfolg bei.

Leobener Kunststoff-Kolloquium

Ein besonderes Highlight war im April 2018 das 27. Leobener Kunststoff-Kolloquium zum Thema „Print & Coat - Polymere in Druck- und Beschichtungstechnologien“. Diese Tagungsveranstaltung wurde gemeinsam von Lehrstuhl und PCCL organisiert. Siehe auch www.kunststofftechnik.at.

Our Research objectives

Regarding education and science, the Chair in Chemistry of Polymeric Materials is active in the fields of macromolecular chemistry, physical chemistry of polymers, and molecular characterization of polymeric materials. Moreover, specific topics such as photochemistry of polymers, surface and interface chemistry as well as the technology of functional (nano)composites are addressed.

Based on the positive evaluation of the Christian Doppler (CD) Laboratory for Functional and Polymer based

Leobener Kunststoff-Kolloquium

A particular highlight was the 27. Leobener Kunststoff-Kolloquium (April, 2018) related to the topic „Print & Coat – Polymers in Printing and Coating Technologies“. This symposium was jointly organized by the Chair in Chemistry of Polymeric Materials, and PCCL. See also www.kunststofftechnik.at. ■

Lehrstuhlleitung | Chair



Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Kern
wolfgang.kern@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2351

Konstruieren in Kunst- und Verbundstoffen (KKV)

Designing Plastics and Composite Materials

Der Lehrstuhl für Konstruieren in Kunst- und Verbundstoffen beschäftigt sich generell mit der Modellierung und Simulation für die Bauteilauslegung. Die Problemstellungen überspannen dabei verschiedenste Längenskalen – von der Mikro- bis zur Bauteilebene – und eine Vielzahl von Anwendungsgebieten, wobei das Hauptaugenmerk auf strukturmechanischen Analysen liegt. Als Berechnungsmethode kommen in erster Linie Finite Elemente zum Einsatz, zusätzlich aber auch Optimierungsmethoden und analytische Ansätze.

Unsere Forschungsschwerpunkte

In der Forschung steht vor allem die Methodenentwicklung im Vordergrund. Einerseits betrifft dies die Entwicklung geeigneter, physikalisch basierter Material- und Schädigungsmodelle, die das komplexe Verhalten von verstärkten Polymermaterialien unter verschiedensten Belastungsszenarien abbilden können. Andererseits wird auch die Anwendung und Weiterentwicklung bruchmechanischer Ansätze für die lokale Versagensbewertung behandelt – vor allem in Gegenwart von Materialübergängen oder reibbehaftetem Kontakt. Die entwickelten Methoden werden im Rahmen zahlreicher Projekte mit unseren Industriepartnern angewendet und somit deren praktische Umsetzbarkeit hinsichtlich Bauteilauslegung und Optimierung demonstriert.

Zahlen und Fakten

Während in den ersten Jahren nach der Neubesetzung im Herbst 2014 der Fokus auf der Neuausrichtung und dem Aufbau einer soliden Basis lag, hat die Entwicklung des Lehrstuhls in den letzten beiden Jahren stark an Fahrt aufgenommen. So konnten im Jahr 2018 gleich drei aus Forschungsgeldern ausfinanzierte Dissertationen gestartet werden. Auch unter den Studenten freut sich der Lehrstuhl steigender Beliebtheit, sodass 2018 bereits zwei Master- und vier Bachelorarbeiten abgewickelt werden konnten. Insgesamt beschäftigt der Lehrstuhl inzwischen



© Kunststofftechnik Leoben | Tanja Grössing

bereits 13 Personen, was dem bisher höchsten Mitarbeiterstand seit seiner Gründung 1991 entspricht.

with our industry partners, demonstrating their practicability in terms of structural analysis and optimization.

- Facts & Figures

The Chair for Designing Plastics and Composite Materials is generally concerned with modeling and simulation for component design. The problems addressed span various length scales – from the micro scale to the component level – and a multitude of applications, with the main focus put on structural mechanics. As the primary approach, Finite Element Methods are used; additionally, optimization methods and analytical approaches are employed.

While the focus in the first few years after the Chair's relaunch in the fall of 2014 was put on reorganization and building a solid foundation, the development of the chair has gained momentum within the past two years. As a result, three dissertations financed by research funds were started in 2018. The Chair also enjoys growing popularity among students, such that in 2018 already 2 Master's and 4 Bachelor's theses were conducted. All in all, the Chair now holds at a head-count of 13, the highest since its founding in 1991. ■

Our Research objectives

Research at the Chair is mainly devoted to the development of new methods. On the one hand, this concerns the development of suitable, physically based material and damage models that can reflect the complex behavior of reinforced polymer materials under various loading scenarios. On the other hand, the application and further development of various fracture mechanics approaches for local failure assessment is addressed – especially in the presence of material interfaces or frictional contact. The methods developed are applied in numerous projects

Lehrstuhlleitung | Chair



Univ.-Prof. Dr. Clara Schuecker
clara.schuecker@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2501

Kunststoffverarbeitung (KV)

Polymer Processing



© Kunststofftechnik Leoben | Tanja Grössing

Der Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung beschäftigt sich seit fast 50 Jahren mit den vielfältigen Aspekten der Kunststoffverarbeitung. Das bestens ausgestattete Technikum mit modernen Maschinen und Anlagen ist international herausragend.

Unsere Ziele:

- Verstehen der Prozesse bei der Verarbeitung der Kunststoffe
- Gezielte Beeinflussung dieser Prozesse → ökonomische Herstellung von optimalen Produkten mit minimalem Ressourceneinsatz
- Entwickeln eines breiten naturwissenschaftlichen Verständnisses für die Grundlagen der Verarbeitung
- Modellierung und Simulation
- Verifizieren an unseren Anlagen im Technikum
- Übertragen der wissenschaftlichen Erkenntnisse in die industrielle Produktion

Unsere Erfahrung und spezielles Know-how haben wir vor allem in den folgenden Gebieten der Kunststoffverarbeitung aufgebaut:

- **Spritzgießen:** Sensorik und Aktorik in SG-Werkzeugen, Qualitätskonzepte für das SG, Entformungsverhalten
- **Extrudieren und Compoundieren:** Schäumen, Qualitäts-Regelkonzepte, Entwicklung neuer Compounds

- **Recycling:** Maßgeschneiderte Rezyklate für technisch komplexe Anwendungen, Beratung von Unternehmen für optimale Recycling-Strategien
- **Additive Herstellung (3D-Druck):** Materialentwicklung: hoch gefüllter Systeme mit Metall- oder Keramikpulver, modifizierte Polyolefine, technische und Hochtemperaturkunststoffe; Verfahrensentwicklung: Optimieren des Prozesses, Charakterisierung der Haftung, Qualitätskonzepte; Identifikation von wirtschaftlichen Anwendungen
- **Stoffdatenbestimmung:** Rheologische und thermodynamische Stoffdaten für FEM-Simulationen
- **Simulation:** Simulation beim Spritzgießen, Extrudieren, Additive Fertigung; Einfluss von Stoffdaten auf Simulationsergebnisse

The Chair of Polymer Processing looks back on almost 50 years of success story. The well-equipped technical centre with modern machines and plants is internationally outstanding.

Our goals:

- Understanding our processes
- Systematic controlling of these processes → economic production of ideal products with minimum resources

- Development of a broad scientific understanding of the process basics
- Modelling and simulation
- Verification on the equipment in our technical centre
- Transfer of the scientific findings to industrial production

Numerous successful national and international projects devoted to basic as well as applied research generate a broad base of knowledge in different polymer processing techniques. The emphases are on:

- **Injection Moulding:** Sensor and actuator technologies in moulds, quality management, measuring of demoulding forces
- **Extrusion and Compounding:** Foaming, control strategies for high quality products, tailor made compounds
- **Recycling:** Tailor-made reyclates for technically complex applications, consulting of companies for optimal recycling strategies
- **Additive Manufacturing (3D-printing):** Material development of highly filled systems with metal or ceramic powders, modified polyolefines, technical and high temperature polymers; process development, concepts for high quality products, identification of economically applications
- **Simulation:** Simulation in injection moulding, extrusion, additive manufacturing; influence of material data on simulation results
- **Material Data Measurement:** Rheological and thermodynamical data for simulations ■

Lehrstuhlleitung | Chair



© Foto Fungler

Univ.-Prof. Dr. Clemens Holzer
 clemens.holzer@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 3501

Spritzgießen von Kunststoffen (SGK)

Injection Moulding of Polymers

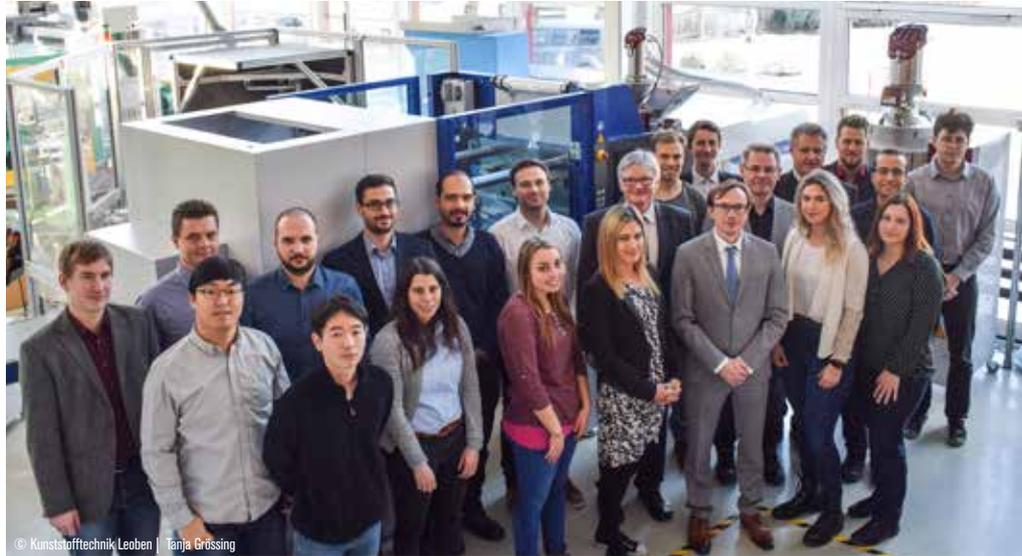
Die Spritzgießtechnik ist das wohl bedeutendste Kunststoffverarbeitungsverfahren. Es weist sehr hohes Innovationspotential auf und ist Technologietreiber in vielen Kunststoff-Branchen.

Forschung & Lehre

Wir, der Lehrstuhl für Spritzgießen von Kunststoffen sehen unsere Aufgabe darin, diese Technologie hinsichtlich Simulation, Prozessführung und produkt-adaptiver Regelung (Industrie 4.0), Wirtschaftlichkeit und neuer Verfahren weiterzuentwickeln. International anerkannte Kompetenz haben wir in den Bereichen Kautschukspritzgießen, integrative Simulation und Materialdatenmessung mit besonderem Fokus auf die Viskositätsmessung von Kautschuk- und hochgefüllten Kunststoffcompounds auf Spritzgießmaschinen. Unsere Schwerpunkte sind:

- Systematische Entwicklung von Spritzgussteilen und -systemen
- Angewandte Rheometrie für Thermoplaste und Kautschuke
- Spritzgussimulation für Thermoplaste und Elastomere
- Spritzgussimulation, robuste Prozessführung und -optimierung, variathermes Spritzgießen für Elastomere und Thermoplaste
- Elastomerspritzgießen
- Spritzgießcompoundieren und Materialentwicklung für Polymer Nanocomposites
- Anti-adhäsive Formnestbeschichtungen und Benetzungsverhalten von Polymerschmelzen
- Oberflächenstrukturen und Erscheinungsbild von Spritzgießteilen (in Kooperation mit dem PCCL)
- Reibung und Verschleiß an Kunststoff-Formenstählen

In der Lehre wollen wir den Studierenden, neben dem spritzgießtechnischen Fachwissen, vernetztes Denken und Problemlösungskompetenz vermitteln. Ein zentraler Punkt ist für uns die Zusammenarbeit mit der Kunststoffindustrie und -wirtschaft, wobei wir einen besonderen Fokus auf KMU legen.



© Kunststofftechnik Leoben | Tanja Grössing

The Injection Moulding (IM) Technology plays an important role within the plastics industry due to its high potential for innovation and being the technology driver in many branches.

Research & Teaching

We at the Institute of injection Moulding of Polymers see our responsibility in contributing to the further development of this technology with regard to simulation, process and product-adaptive control (Industry 4.0), economic efficiency and development of new technologies. We offer internationally recognized expertise in rubber injection moulding, integrative simulation and material data measurement with special focus on applied rheology using injection moulding machines for viscosity measurement of highly filled rubber compounds and thermoplastics.

Our main research topics are:

- Systematic design of injection moulded parts and systems with special focus on simulation techniques
- Applied rheometry for thermoplastics and rubber compounds using injection molding machines
- Injection moulding simulation, process optimisation with focus on robust process control, rapid heat cycle moulding for thermoplastics and rubber compounds

- Rubber injection moulding (in cooperation with PCCL)
- Injection moulding compounding and material development of Polymer Nanocomposites
- Anti-adhesive mould coatings and wetting behaviour of polymer melts
- Characterisation of surface topography and visual appearance (in cooperation with PCCL)
- Friction and wear analysis on plastic tool steel

In academic and post-graduate education besides knowledge in IM fundamentals and technologies we will teach our students in joined-up thinking and their competence in solving problems. In our research activities we strongly pursue the cooperation with the plastics industry. Here great importance is attached to small and medium sized companies (SMEs). ■

Lehrstuhlleitung | Chair



Univ.-Prof. Dr. Walter Friesenbichler
walter.friesenbichler@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2901

Verarbeitung von Verbundwerkstoffen (VV)

Processing of Composites



Verbundwerkstoffe bilden eine hervorragende Basis Leichtbaulösungen umzusetzen und können damit zur Ressourcenschonung beitragen. Der sinnvolle Einsatz von Verbundwerkstoffen stellt einen Schlüssel für die zukunftsorientierte und nachhaltige Entwicklung unserer Gesellschaft dar. Dies ist die Vision, der sich die Mitarbeiter des Lehrstuhls für **Verbundwerkstoffe** verpflichtet sehen und für die sie durch ihr persönliches Engagement wertvolle Beiträge leisten wollen. Die Mission des Lehrstuhls ist folglich die Entwicklung von Verarbeitungstechnologien zur Herstellung von polymerbasierten Faserverbundwerkstoffen. Dafür bearbeiten wir unsere Forschungsthemen beginnend mit einem guten Verständnis für das Material und abschließend mit einem optimierten Verarbeitungsprozess.

Unsere Forschungsschwerpunkte

In den Jahren 2017 und 2018 fokussierten sich unsere Arbeiten insbesondere in den Bereichen der Legetechnik und rund um die Infiltrationsverfahren. Kooperative Verbundvorhaben dienen dabei als Brücke, um in Zusammenarbeit mit Industriepartnern anwendungsrelevante Fragestellungen zu bearbeiten und gleichzeitig wissenschaftliche Tiefe zu erreichen. Ergebnisse aus den Themenstellungen fließen in die Lehre mit ein und ergänzend wird Studierenden die

Gelegenheit geboten praktische Erfahrungen durch Mitarbeit in den Projekten zu sammeln.

Zahlen & Fakten

Es wurden drei geförderte Vorhaben erfolgreich abgeschlossen, das Christian Doppler Labor für Hocheffiziente Composite Verarbeitung (CDL-HECP, siehe auch S. 40) nach erfolgreicher Evaluierung in die dritte und damit finale Phase geführt und zwei neue Projekte gestartet. Der Personalbestand bewegt sich dabei auf konstantem Niveau mit insgesamt 31 Personen (18,7 VZÄ, Stand Dez. 2018) am Lehrstuhl (inklusive CDL-HECP). Mit gut 1,7 wissenschaftlichen Publikationen pro Wissenschaftler-VZÄ sind wir kontinuierlich bestrebt die Ergebnisse unserer Arbeiten der breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Composite materials are the best choice for light weight solutions and thus greatly contribute to resource conservation. A meaningful use of composite materials is key element for a forward-looking and sustainable development of our society. Putting this vision into practice has therefore become the goal to which the employees of the research group have dedicated their individual work. As a result, the mission

of the group is the development of processing techniques of polymer-based fiber reinforced composite materials. Accordingly, we handle our research topics starting with a good understanding about the material and ending with an optimized manufacturing process.

Our Research objectives

In 2017 and 2018 our research activities focused especially in the fields of placement and infiltration techniques. Cooperative projects are building the bridge, enabling research work on application related topics together with industry on the one hand side and elaborating fundamental scientific results on the other hand side. Research results elaborated are used in teaching and students do have possibility to be involved in projects and improve their practical experience.

Facts & Figures

Three funded projects have been finished successfully, the Christian Doppler laboratory for Highly Efficient Composites Processing (CDL-HECP, see more on page 40) has been, after successful evaluation, extended to its final third phase and two new projects started. Staff in the group (including the CDL-HECP) ranges on a constant level with 31 persons (18.7 FTE) in December 2018. About 1.7 scientific publications per each scientist's FTE involved have ensured, the results of our work is spread well into the public. ■

Lehrstuhlleitung | Chair



Univ.-Prof. Dr. Ralf Schledjewski
ralf.schledjewski@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2701

Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe (WPK)

Materials Science and Testing of Polymers

Forschung & Lehre

Die Mission und Vision des Lehrstuhls für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe (WPK) ist es, Studierende auf hohem akademischen Niveau im Bereich der Polymer-Physik und -Prüfung auszubilden. Darüber hinaus ist unsere Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Physik, Materialwissenschaften, Prüfung und Anwendung von Kunststoffen international anerkannt. Wir entwickeln und optimieren innovative Materialien, Bauteile und Prüfmethode, um dadurch einen Beitrag zu technologischem Fortschritt und nachhaltiger Entwicklung zu leisten. Dazu kooperieren wir mit zahlreichen Partnern aus Wissenschaft und Industrie aus der ganzen Welt.



SMART & RELIABLE

Der Fokus der Forschung am WPK liegt auf zwei Schwerpunktthemen: SMART und RELIABLE.

Das Forschungsfeld SMART – Sustainable Materials and Recycling Technologies – widmet sich folgenden Themen:

- Innovative Polymere für die Herstellung und Speicherung von Energie
- Nachhaltige Technologien mit polymeren Materialien
- Nachhaltige Composite aus Naturfasern und biogenen Harzsystemen
- Abfallvermeidung, „end of life“ Szenarien und Recycling-Technologien

Die Forschung im Bereich RELIABLE – Reliability of polymers under mechanical and environmental loads – beschreibt sich folgenden Schwerpunkten:

- Polymere und Composite unter komplexen multiaxialen mechanischen und umgebungsbedingten Lasten
- Anwendung von bruchmechanischen Prinzipien in der Auslegung von Bauteilen
- Polymere und Composite für strukturelle und Langzeitanwendungen
- Polymere und Composite für den 3D Druck, in der Medizintechnik und Biomimetik

Research & Study

The mission and vision of the Chair of Materials Science and Testing of Polymers is to train students at a high academic level in the field of polymer physics and testing. In addition, our research work in the field of physics, materials science, testing and application of polymers is internationally recognized. We develop and optimize innovative materials, components and test methods, thereby contributing to technological progress and sustainable development. We cooperate with numerous partners from science and industry from all over the world.

SMART & RELIABLE

The research at the chair focuses on two main topics: SMART and RELIABLE.

The research in the field of SMART – Sustainable Materials and Recycling Technologies – is devoted to the following topics:

- Innovative polymers for sustainable energy production and storage
- Green engineering with polymeric materials
- Green composites based on natural fibres and biogenic resin systems

- Waste prevention, end-of-life scenarios and recycling technology

The research in the field of RELIABLE – Reliability of polymers under mechanical and environmental loads – is devoted to the following topics:

- Polymers and Composites under complex multiaxial mechanical and environmental loads
- Application of fracture mechanics in materials science and design
- Polymers and Composites for structural and long term applications
- Polymers and Composites for additive manufacturing and in medicine and bionic. ■

Lehrstuhlleitung | Chair



Univ.-Prof. Dr. Gerald Pinter
gerald.pinter@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2101

Dienstleistungen

Services

Getreu dem Leitbild „vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt“ stellt Kunststofftechnik Leoben renommierte Fachkompetenz unter einem Dach bereit. Dienstleistungen werden in allen Forschungsbereichen der Polymerwissenschaften angeboten: von der Chemie der Kunststoffe über die Werkstoffphysik und Werkstoffprüfung, das Konstruieren in Kunststoffen und die Kunststoffverarbeitung bis zum praktischen Einsatz von Kunststoffbauteilen und dem Recycling.

Materialdaten

- Stoffdatenbestimmung: Thermoplaste, Elastomere, WPC und PIM-Feedstocks für die Prozesssimulation

Prozesse und Simulation

- Systematische Bauteilauslegung
- Prozessentwicklung und robuste Prozessführung
- Spezielle Verarbeitungsverfahren wie Spritzgießcompoundieren oder Expansionsspritzguss und Exjection

Prüfung und Analyse

- Charakterisierung und Identifizierung von Polymeren
- Morphologie- und Strukturanalyse
- Mechanische und physikalische Werkstoffprüfung
- Oberflächenanalytik
- Bauteilprüfung und Schadensanalyse
- Materialauswahl und Materialentwicklung

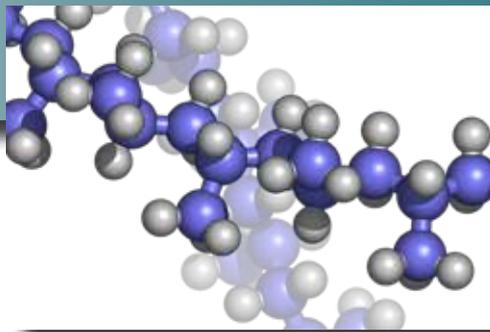
Nachhaltigkeitsmanagement

- Prozessanalysen
- Ökobilanzen

Umfassende Kooperationsmöglichkeiten (z. B. Antragserstellung für Fördergelder) sowie Beratungs- bzw. Schulungsangebote ergänzen unsere Leistungspalette.

Vom Rohstoff

From the raw material



Recycling

Our research focus is on the development and selection of suitable polymeric materials for new applications, the design and construction of plastic components and composites, the development, optimization and application of suitable processing technologies, chemical analyses, physical, mechanical and other technical examinations, the testing of application properties, the determination of quality criteria, production and planning tasks and feasibility studies.

Material data

- Material data for simulation, thermoplastics, rubbers and elastomers, WPC and PIM-Feedstocks

Processes and Simulation

- Component design
- Process development and robust process management
- Special processing procedures: injection moulding compounding, expansion injection moulding, exjection

Testing and Analysis

- Polymer testing and identification
- Morphological and structural analysis
- Mechanical and physical material testing
- Surface analysis
- Component testing and failure analysis
- Material selection and material development

Sustainability

- Process analysis
- Life cycle assessment

Various options of cooperation as well as consultancy and training offerings complete the range of services. ■

zum fertigen Produkt
to the finished product



Nachhaltigkeit
sustainability



Forschung an der Kunststofftechnik Leoben

Research at the Department of Polymer Engineering and Science Leoben

Entsprechend der Kernkompetenzen der Montanuniversität Leoben entlang des Wertschöpfungskreislaufes integriert die Forschung am Department alle Fachbereiche „vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt“: von der Chemie der Kunststoffe über die Werkstoffphysik und -prüfung, das Konstruieren in Kunststoffen und die Kunststoffverarbeitung in allen ihren Facetten bis zum praktischen Einsatz von Kunststoff-Bauteilen sowie Recycling und Wiederverwertung. Dementsprechend breitgefächert sind auch die Forschungsthemen, die in der Kunststofftechnik in Leoben behandelt werden.

Themen „Funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis“ (Leiter: assoz.Prof. Dr. Thomas Griesser) und „Hocheffiziente Composite Verarbeitung“ (Leiter: Univ.-Prof. Dr. Ralf Schledjewski). Der wissenschaftliche Output der Projekte 2017/2018 war sehr überzeugend: 45 akademische Arbeiten (Masterarbeiten und Dissertationen) sowie unzählige Konferenzbeiträge und -vorträge und Veröffentlichungen behandelten Themen zu folgenden Forschungsschwerpunkten: **Elastomere, Additive Manufacturing, Smart Manufacturing, Leichtbau und Nachhaltigkeit.** Und genau diese Schwerpunktsetzung

necessary special fields along the value chain “from the material to the final product”. They range from chemistry of polymeric materials via material science and testing of polymers, the designing of plastics and composite materials, the polymer processing to the application of plastic components and recycling. Consequently, the research topics addressed by the department are equally wide-ranging.

The operational implementation of the topics is carried out predominantly in funded projects. Therefore, the department benefits from the support of various national and international framework programmes. In the field of pre-competitive cooperative research with companies, the department is as a scientific partner significantly involved in the research programme of the Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCCL). Additionally, two Christian Doppler Laboratories dealing with “Functional and Polymer Based Inkjet Inks” (Assoc.Prof. Dr. Thomas Griesser) and “High Efficient Composite Processing” (Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski) add to the strength of the department's research profile.

The scientific output of the projects of 2015 and 2016 was impressive: The scientific output of the 2017/2018 projects was very convincing: 46 academic papers (master theses and dissertations) as well as innumerable conference papers, lectures and publications dealt with the following research topics: elastomers, additive manufacturing, lightweight components, smart manufacturing and sustainability.

And exactly this focus is also reflected in the contributions on the following pages: they offer an insight into the broad research activities of the last two years; Numerous individual projects dealt with central issues and generated innovative solutions. ■



Dem Leitprinzip der Montanuniversität folgend, wird am Department für Kunststofftechnik in fünf Schwerpunktbereichen geforscht. | Following the guiding principle of the Montanuniversität, the Department of Polymer Engineering & Science conducts research in five main areas.

Die operative Umsetzung der Themen erfolgt größtenteils in geförderten Projekten, wobei unterschiedliche nationale oder internationale (EU) Förderinstrumentarien genutzt werden. Auf dem Gebiet der vorwettbewerblichen, kooperativen Forschung mit Unternehmen ist das Department als wissenschaftlicher Partner maßgeblich am Forschungsprogramm der Polymer Competence Center Leoben GmbH beteiligt. Zudem stärken das Forschungsprofil der Kunststofftechnik in Leoben zwei Christian Doppler Labore zu den

spiegelt sich auch in den Beiträgen auf den folgenden Seiten wieder: sie bieten einen Einblick in die breit aufgestellte Forschungstätigkeit der letzten beiden Jahre; in zahlreichen Einzelprojekten wurden zentrale Fragestellungen bearbeitet und innovative Lösungsansätze generiert.

In accordance with the core competencies of the Montanuniversität Leoben, the Department of Polymer Engineering and Science integrates all



LZ Langzauner

FORSCHUNG & PROJEKTE

RESEARCH & PROJECTS

Forschungsschwerpunkt ELASTOMERE

Research objective ELASTOMERS

Die Elastomertechnologie hat sich im Laufe der letzten Jahre zu einem stark interdisziplinären Forschungsfeld entwickelt, das in enger Kooperation zwischen der Montanuniversität Leoben und dem Polymer Competence Center Leoben bearbeitet wird.

Der Bereich Elastomerchemie beschäftigt sich mit effizienten Vernetzungsstrategien für Festkautschuk und Latexmaterialien sowie mit neuen Ansätzen für die Herstellung biokompatibler Elastomere. In grundlagennahen Forschungsarbeiten werden schaltbare Elastomere entwickelt, die ihre chemische Struktur und Materialeigenschaften an Umgebungsbedingungen anpassen können. Darüber hinaus werden durch die Entwicklung von Polyurethanbasiereten Nanokompositen und isocyanatfreier Elastomere neue Wege zur Produktion nachhaltiger Materialien eingeschlagen.

Das Hauptaugenmerk der Forschungsschwerpunkte im Bereich **Elastomerverarbeitung** liegt auf der Prozesssimulation sowie auf der Entwicklung neuer Ansätze für fehlerfreie Produktionsprozesse. Durch Einbeziehung von viskoelastischen Materialdaten werden Simulationsmodelle für die Dosier- und die Einspritzphase verbessert. Zusätzlich werden ausgeklügelte Regelungssysteme entwickelt, die in der Lage sind, sich an Änderungen im Prozess und der Kautschukmischung anzupassen. In-line Sensoren ermöglichen die Berechnung der Vernetzungsdichte und stellen eine wichtige Basis für die in-line Kontrolle und die Anpassung der Vernetzungszeiten im Fall von Prozessabweichungen dar.

Die Forschung im Bereich der **Charakterisierung und Simulation** beschäftigt sich mit den Materialeigenschaften und der Zuverlässigkeit von Elastomeren unter anspruchsvollen Umgebungsbedingungen und komplexen Lastzuständen. Die Versagensmechanismen von Elastomeren werden beispielsweise unter schneller Gasdekompression und in hydraulischen Systemen (u. a. Abrieb) im Detail untersucht, um wesentliche Grundlagen für die Entwicklung von „ausfallsicheren“ Dichtungen und



Schläuchen zu erarbeiten. Neben Struktureigenschaften, zielt die Forschung aber auch auf die Charakterisierung und die Herstellung von funktionellen mechanischen Elastomeren (u. a. Lastkopplungseffekte in faserverstärkten Elastomeren).

Over the past years, elastomer technology has developed to a highly interdisciplinary topic, which is being pursued in close cooperation between the Montanuniversität Leoben and the Polymer Competence Center Leoben.

Elastomer chemistry strongly focuses on new crosslinking strategies and the efficient curing of rubber and latex materials with low migrating and biocompatible components. In fundamental research activities, stimuli-responsive elastomers are synthesized, which change their material characteristics in response to external stimuli (such as light and temperature). In addition, "green elastomeric materials" are developed by synthesizing polyurethane-based nano-composites and isocyanate free elastomers.

Research on elastomer processing is devoted to process simulation and strategies towards zero-failure processing in

order to improve the simulation model for the dosing and injection phase by integrating information on viscoelastic material behaviour. Moreover, an advanced machine control system is developed which is able to adapt to the respective conditions of the process and the rubber compound. This concept relies on in-line control (e.g. with temperature sensors) and adaptation of the required curing time in the event of process variations.

Regarding the characterization and simulation of elastomers, research centers on the performance and reliability of elastomers under demanding environments and complex loads. In particular, failure mechanisms of elastomers under rapid gas decompression conditions and in hydraulic systems (e.g. wear resistance) are studied in detail to develop "fail-safe" seals and hoses. Advancing from structural properties, research is also aimed at elastomers with functional mechanical properties involving load coupling effects in fibre-reinforced elastomers. ■

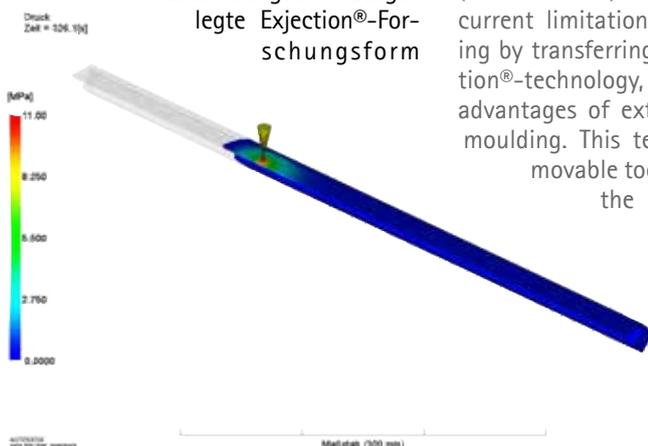
RubExject: „Dem Gummispritzgießen um Längen voraus“

RubExject: “Rubber Injection Moulding with no Limits”

Die wichtigsten Verarbeitungsverfahren der Kunststoffindustrie sind das Spritzgießen und die Extrusion. Bei der Herstellung langer, schmaler und strukturierter Bauteile weisen jedoch beide Technologien entscheidende Nachteile auf: Beim Spritzgießen limitieren die Aufspannplatten die Bauteillänge. Auch steigt proportional mit der Fließweglänge der Druckbedarf beim Füllen an. Somit werden vor allem bei hochviskosen Formmassen (z. B. Elastomermischungen) die technischen Grenzen der Spritzgießmaschine schnell erreicht. Bei der Extrusion von Elastomeren fehlt der Formzwang während der Vulkanisation. Extrudierte Dichtungsprofile haben daher in der Regel eine geringere Dimensionsstabilität. Ferner können nur vergleichsweise einfache Dichtungsgeometrien ohne Montageelemente extrudiert werden.

Im Rahmen des FFG Bridge Projektes RubExject II (Laufzeit 2016 – 2019) werden basierend auf der patentierten Exjection®-Technologie bestehende Grenzen der Elastomerverarbeitung überwunden und die Vorteile beider Verarbeitungsverfahren vereint. Das Verfahrenskonzept der Exjection®-Technologie basiert auf einer in einem Verschiebeschlitten eingeformten Kavität. Diese wird während des Einspritzvorganges normal zur Spritzeinheit mit einer auf die Fließfront abgestimmten Geschwindigkeit verschoben. Bei langen, schmalen Bauteilen sinkt dadurch der Einspritzdruck an der Spritzgießmaschine erheblich.

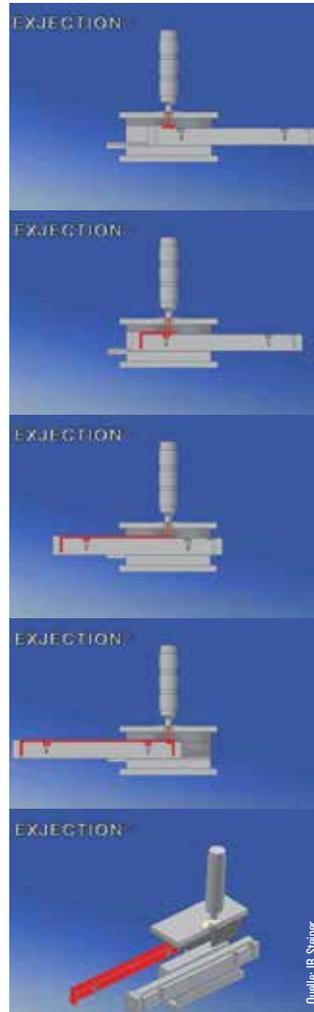
Erstmalig wurde eine speziell für Kautschukmischungen ausgelegte Exjection®-Form



entwickelt. Damit können mögliche Verfahrensvarianten samt deren Prozessfenster sowie die Bauteil- und Oberflächenqualität eingehend untersucht und somit die Basis für das Spritzgießen sehr großer, funktionsintegrierter und gleichzeitig kostengünstiger Dichtungsprofile (z. B.: für Windkraftanlagen) gelegt werden.

The most important process technologies in plastics industry today are injection moulding and extrusion. However, both technologies suffer from major draw-backs in terms of manufacturing long, thin-walled and structured parts: The part length is limited by the platen size of the injection moulding machine as well as the maximum injection pressure (to overcome the viscosity of the used polymers). In contrast, extrusion restricts the dimensional accuracy and the freedom in functional part geometry.

The FFG-Bridge project RubExject II (2016 – 2019) tries to overcome the current limitations in rubber processing by transferring the patented Exjection®-technology, which combines the advantages of extrusion and injection moulding. This technology employs a movable tool slider that contains the entire cavity. While filling, the tool slider is driven perpendicular to the injection unit; its velocity is controlled by the velocity of the flow front.



Consequently, the part length is neither limited by the viscosity of the polymer nor by the platen size of the injection moulding machine.

In the research project RubExject II, a Rubber-Exjection® mould has been developed for the first time. The mould design allows for investigating several process variants as well as their process windows systematically. Additionally, the quality of the manufactured parts is studied extensively and compared to that of conventional injection moulding and extrusion of rubbers. Thereby, the scientific and technical basis for producing large-diameter seals including complex geometries in an injection-moulding-like process at lower costs is set. ■

Auf einen Blick

Förderung: FFG Bridge
Projektpartner: IB Steiner, SKF Sealing Solutions Austria GmbH, ELMET Elastomere Produktions- und Dienstleistungs-GmbH

Ansprechpartner



DI Sebastian Stieger
 sebastian.stieger@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2905

Umweltfreundliche Dämpfungsmaterialien

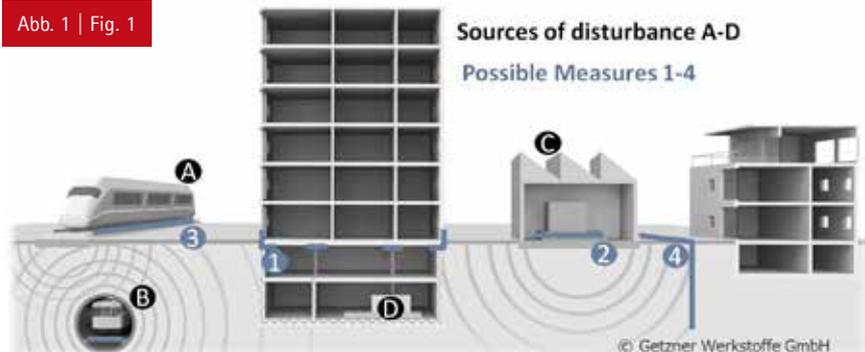
Eco-friendly damping materials

Polyurethane zählen durch ihr breites Anwendungsgebiet zu den wichtigsten synthetischen Polymeren mit einer jährlichen Produktion von mehr als 22 Mio. Tonnen (Stand, 2018). Neben Polyurethan-Schaumstoffen und PUR-Hartschäumen, gewinnen hochentwickelte Polyurethan-Elastomere, welche als Schwingungsisolierung in den Bereichen Bau, Bahn und Industrie verwendet werden, zunehmend an Bedeutung. Unerwünschte Schwingungen und Vibrationen treten nicht nur in technischen Gebieten auf, sondern werden zunehmend durch öffentlichen Verkehr verursacht (Abb.1). Dämpfungsmaterialien schützen dabei Maschinen vor Beschädigung, bewirken aber auch eine geringere Belastung durch Lärm und Vibration, was zu einer erhöhten Wohn- und Arbeitsqualität für Anwohner führt.

Die aus zwei Komponenten (Polyol und Isocyanat) aufgebauten PU-Elastomere zeichnen sich insbesondere durch hohe Festigkeit bei gleichzeitig hoher Dehnung und sehr gutes Rückstellvermögen aus. Einen erheblichen Nachteil der Produktion von PU-Elastomere stellt der intensive Einsatz von toxischem Isocyanat dar. Aus diesem Grund gewinnt die Entwicklung neuer Isocyanat-freier Elastomere zunehmend an Bedeutung.

In diesem Projekt ist das Ziel, auf Basis langkettiger, modifizierter Polyole in Kombination mit funktionellen Monomeren, aber auch Nanopartikeln, eine, dem Polyurethan vergleichbare Struktur zu bilden und dadurch entsprechende Materialeigenschaften zu generieren.

Abb. 1 | Fig. 1



Die modifizierten Polyole tragen hierbei endständige Acrylat- bzw- Methacrylatgruppen und können lichtinduziert polymerisiert werden. Erste Erfolge konnten durch eine Kombination verschiedener Acrylat-Makromomere mit Silicananopartikeln erzielt werden.

Due to their broad range of applications, polyurethanes are among the most important synthetic polymers with an annual production of more than 22 million tons (as of 2018). In addition to polyurethane foams, advanced polyurethane elastomers, which are used as vibration insulation in construction, railways and industry are becoming increasingly important. Unwanted vibrations do not only occur in technical areas but are increasingly caused by public transport (Fig. 1). Damping materials are capable not only of protecting machines from damage, but also reduce the exposure to noise and vibration, resulting in improved living and working conditions for residents.

Classic polyurethane elastomers are composed of two components (polyol and isocyanate) that account for the particular high strength and elasticity as well as very good rebound resilience of the materials. A considerable disadvantage of the production of PU-elastomers is the intensive use of toxic isocyanate. For this reason, the development of new isocyanate-free elastomers is becoming increasingly important.

In this project, the aim is to form a structure comparable to polyurethane on the basis of long-chain modified polyols in combination with functional monomers and nanoparticles thus achieving corresponding material properties. The modified polyols carry terminal acrylate or methacrylate groups and can be photopolymerized. Initial success has been achieved by combining various acrylate macromonomers with silica nanoparticles. ■

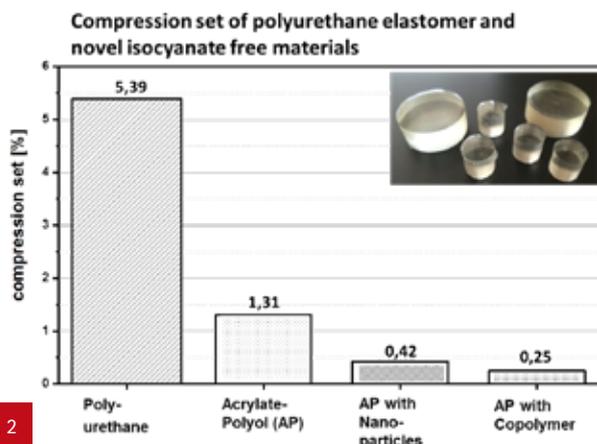


Abb. 2 | Fig. 2

Auf einen Blick

Projektpartner: KC, WPK, Getzner Werkstoffe (Büro)

Ansprechpartner



Mag.rer.nat. Catharina Ebner
catharina.ebner@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2368

Dehnbare Leiterbahnen aus dem Ink-Jet

Stretchable conductors from the inkjet

Die Entwicklung von dehnbaren, leitfähigen Materialien eröffnet die Möglichkeit der einfachen Integration elektronischer, multifunktionaler Sensorsysteme beispielsweise in Kleidung, oder dreidimensionalen Oberflächen von Maschinen, menschlicher Haut oder Kunststoff. Die Motivation für die Entwicklung solcher Sensorsysteme entspringt der Vision zur Realisierung von intelligenter Kleidung, der Integration von Sensorik auf textilen Oberflächen (Smart Textiles, e-Textiles) und der Herstellung künstlicher Haut (electronic skin, E-Haut).

Neben der Notwendigkeit einer einfachen und kostengünstigen Herstellung dieser elastischen Bauelemente, ist die Dehnbarkeit von elektrischen Verbindungen und Kontakten eine wesentliche funktionelle Voraussetzung. Das Ziel unserer Forschungen ist es, neuartige Materialien und Verfahren zu entwickeln, welche eine großflächige Herstellung von stromleitfähigen, dehnbaren Elektroden und Leiterbahnen ermöglichen.

Hierfür wurden im Rahmen des CD-Labors für funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis (siehe auch S. 32) und des FFG Projekts „CELCOS“ neue Methoden für die Herstellung metallischer Nanopartikel ohne Bedarf an toxischen Chemikalien in einer elastomeren Matrix entwickelt.

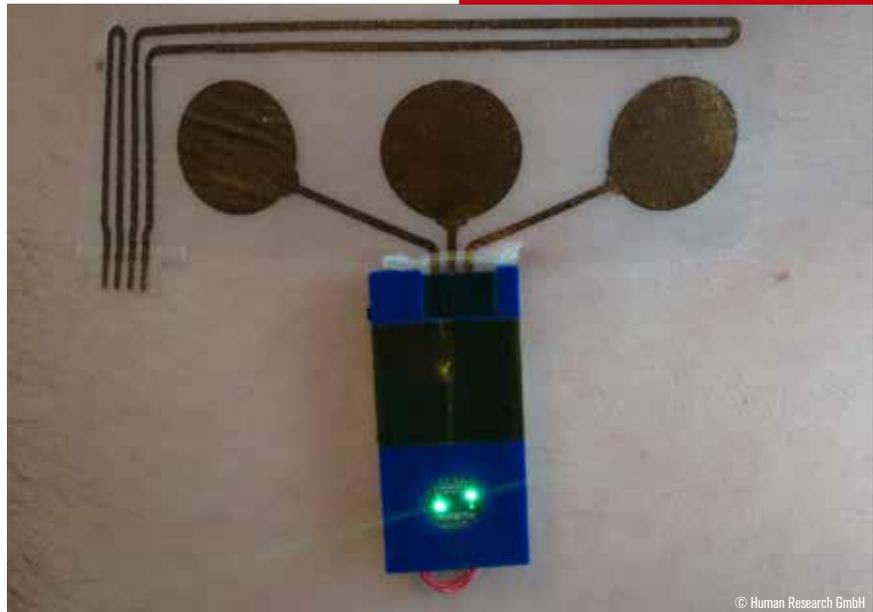
Die metallischen Nanopartikel werden durch Selbstreduktion eines stabilen Silber-Komplexes hergestellt. Auf Basis dieses Komplexes wurden Pasten entwickelt, die auf hinreichend großen Flächen mittels Siebdruck strukturiert aufgebracht werden können. Die gedruckten Leiterbahnen und Elektroden zeigen eine sehr niedrige Widerstandsänderung bei einer Dehnung von bis zu 100 %. In Zusammenarbeit mit Joanneum Research Weiz, AT&S und dem Human Research Institut konnte ein Sensorpflaster (Dehnungssensoren, siehe Abb. 1) für die Überwachung und Detektion der Herz- und Atmungsaktivität entwickelt werden.

-

The development of stretchable, conductive materials paves the way towards an easy integration of multifunctional electronic sensor arrays in clothing, three-dimensional surfaces of machines, human skin or polymeric materials. One motivation for the development of such systems arises from the vision of realizing intelligent clothing, the integration of sensors on textile surfaces (smart textiles, e-textiles) and the fabrication of artificial skin (electronic skin, E-skin).

The printed conductors and electrodes show a very low resistance change with an elongation of up to 100 %. In cooperation with Joanneum Research Weiz, AT&S and Human Research, a sensor patch (strain sensors, see Figure 1) for the monitoring and detection of heart and respiratory activity was developed. ■

Abb. 1: Sensorpflaster mit integrierten EKG Elektroden und Leiterbahnen zur Atmungsdetektion
Fig. 1: Sensor patch with integrated ECG electrodes and conducting paths for respiratory detection



© Human Research GmbH

Besides the demand for a straightforward and cost-efficient fabrication process of elastomeric devices, also the stretchability of electric connections and contacts is a crucial functional prerequisite. For this purpose, new methods for the production of metallic nanoparticles without the need for toxic chemicals in an elastomeric matrix were developed within the framework of the CD Laboratory for Functional and Polymer Based Ink-jet Inks and the FFG project "CELCOS".

The metallic nanoparticles can be prepared by a self-reduction process using a stable silver complex. On the basis of this complex, pastes were developed, which can be applied on sufficiently large substrates by screen printing.

Auf einen Blick

Förderung: CDG, FFG
Projektpartner: Joanneum Research Weiz, AT&S, Human Research Institut

Ansprechpartner



assoZ.Prof. Dr. Thomas Griesser
thomas.griesser@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2358

Fördergurte auf dem virtuellen Prüfstand – beltSim

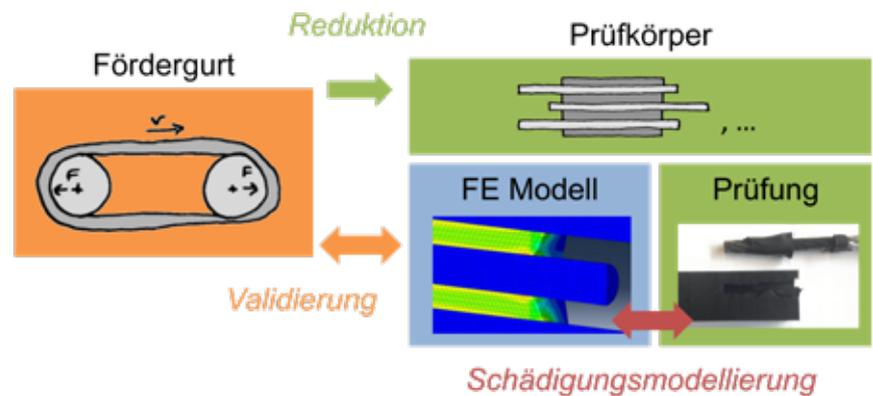
Conveyor belts on the virtual test bench – beltSim

Fördergurte transportieren Schüttgut über mehrere Kilometer und übertragen dabei Längskräfte von bis zu 8000 kN. Aufgrund dieser enormen Belastungen werden elastomere Gurte mit Stahlseilen verstärkt. Diese sehr langen Gurte werden aus kürzeren, besser zu transportierenden, Gurtabschnitten zusammengesetzt und vor Ort endlos verbunden. Im Bereich der Verbindungsstellen werden die Gurtabschnitte nach einem bestimmten Legeschema der Stahlseile verbunden. Für dieses Legeschema gibt es viele Designmöglichkeiten. Die Gurtverbindungen stellen mit Festigkeiten von nur etwa 50 % jener des restlichen Gurts die Schwachstelle der Fördergurte dar, da die Längskräfte hier über den Gummi zwischen den Seilen übertragen werden müssen.

Im 3-jährigen Bridge-Projekt der FFG beltSim mit Semperit als Projektpartner sollen einfache und günstige Prüfkörper entwickelt werden, die das Versagen in den Gurtverbindungen abbilden (Reduktion). Dazu ist es notwendig, die mechanischen Spannungen im Fördergurt aber auch in den möglichen Prüfkörpern genau zu kennen. Es werden Finite Elemente (FE) Modelle entwickelt, die automatisiert beliebige Gurtverbindungen und Prüfkörper aufbauen. Auf der Ebene der Prüfkörper werden physikalisch-basierte Schädigungsmodelle entwickelt, deren Parameter durch die Tests bestimmt werden. Die entwickelten Schädigungsmodelle werden in dem FE Modell für den Fördergurt verwendet und damit Festigkeiten des Gurts vorhergesagt. Durch einen Abgleich der vorhergesagten Festigkeiten

mit Gurttests kann die Vorgehensweise validiert werden. Damit wird die Grundlage für die Optimierung von Gurtaufbauten, Gummimischungen und Seilen geschaffen.

In the FFG's 3-year Bridge project beltSim with the project partner Semperit, simple and inexpensive test specimens will be developed that show similar failure as the belt connections (reduction). For this purpose, it is necessary to exactly know the mechanical



Conveyor belts can transport bulk material over several kilometres, transmitting longitudinal forces of up to 8000 kN. Due to these enormous loads, the elastomeric belts are reinforced with steel cables. The very long belts are composed of shorter, better transportable, belt sections that are connected on site. The belt sections are connected according to a specific layout of the steel cables. This layout allows for many design options. The belt connections have strengths of about 50 % of the strength of the rest of the belt. The weak spot of conveyor belts is thus this connection, since the longitudinal forces must be transmitted here via the rubber between the cables.

stresses in the conveyor belt but also in possible specimens. Finite Element (FE) models are being developed that automatically build up any belt connection and specimen geometries. At the level of the test specimens, physically-based damage models are developed whose parameters are determined in the tests. The developed damage models are used in the FE model for the conveyor belt to predicted belt strengths. By comparing the predicted strength with belt tests, the procedure can be validated. This sets the basis for the optimization of belt geometry, rubber compounds and wires. ■



Auf einen Blick

Förderung: Bridge-Projekt der FFG
 Projektpartner: Semperit

Ansprechpartner



Dipl.-Ing. Dr. Martin Pletz
 martin.pletz@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2507

Lichtgesteuerte Elastomere

Photo-switchable elastomers

Während sich die klassische Polymerforschung meist mit Materialien, die durch eine passive Strukturfunktion gekennzeichnet sind, beschäftigt, sind seit kurzem dynamische Polymersysteme, die sich ihren Umgebungsbedingungen anpassen können, in den Fokus der Grundlagenforschung in Leoben gerückt.

Eine neue Generation

In Kooperation mit der MUL werden am PCCL neue elastomere Werkstoffe mit schaltbaren chemischen Gruppen synthetisiert. Diese funktionalen Elastomere reagieren selektiv auf einen äußeren Reiz, wie bspw. Temperatur, Licht oder pH-Wert, und ändern dadurch ihre chemischen und/oder physikalischen Eigenschaften. Vor allem der Einbau von lichtsensitiven Gruppen eröffnet neue Wege in der Herstellung von „intelligenten“ Elastomeren, da Reaktionen mit Licht einer zeitlichen und örtlichen Kontrolle unterliegen.

Selbstheilung mit Licht

Die lichtgesteuerte Reaktion von Anthracengruppen wird genutzt, um Elastomere mit selbstheilenden Eigenschaften auszustatten. Die Vernetzung erfolgt bei einer Bestrahlung mit UV-Licht über 300 nm während die gebildete Netzwerkstellen bei einer niedrigeren Wellenlänge kontrolliert Wellenlänge spalten. Dieser Mechanismus ermöglicht die intrinsische Heilung von Schädigungen im Elastomer und die wiederholte Reparatur von makroskopischen Rissen (Abb. 1).



Abb. 1: Schaltbares Elastomer (a) vor und (b) nach der Licht-induzierten Selbstheilung
Fig. 1: Switchable elastomer (a) prior to and (b) after the photo-induced self-healing

bilbereich eingesetzt werden. Zusätzlich ermöglicht der gesteuerte Netzwerkbau die Entwicklung neuer Recyclingkonzepte für Elastomere.

Advancing from the architecture of elastomers, which have simply structural or passive functions, recent surge in elastomer research in Leoben is geared towards the development of stimuli-responsive materials that change a specific material property upon an external trigger.

A new generation

New elastomer materials with switchable groups are synthesized in close cooperation with the MUL. Those functional elastomers change a specific chemical and/or physical property in response to an external trigger such as temperature, light or pH-value. In particular, the introduction of photosensitive groups paves the way towards the preparation of "intelligent" elastomers, since light-triggered reactions benefit from a temporal and local control.

Self-healing with light

The photo-reversible cycloaddition reaction of anthracene groups is used to impart self-healing properties into elastomers. Crosslinking is accomplished at wavelengths above 300 nm whilst well-defined cleavage of the network is obtained by deep UV exposure. This mechanism is exploited for an intrinsic healing of damages and the repeated healing of macroscopic cracks within the elastomer (Fig. 1).

Zukünftige Anwendungen

Mit Hilfe der reversiblen Schaltung der Vernetzungsdichte wird eine gezielte Steuerung von unterschiedlichsten Materialeigenschaften wie Zugfestigkeit, Dehnung, Adhäsion oder Löslichkeit erreicht. Durch diese Vielseitigkeit können schaltbare Elastomere in unterschiedlichsten Industriezweigen wie der Mikroelektronik (Abb. 2) oder dem Automotiv-

Future applications

The reversible switching of the crosslinking state enables a controlled tuning of various material properties such as

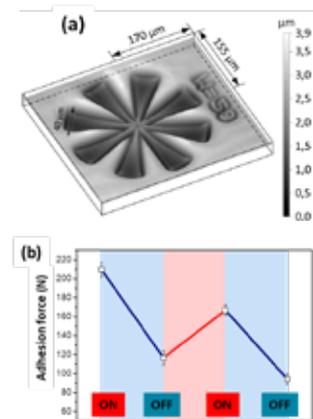


Abb. 2: Anwendung lichtgesteuerter Elastomere in (a) Fotolacken & (b) reversiblen Klebmaterialien
Fig. 2: Application of photo-switchable elastomers in (a) photoresists and (b) reversible adhesives

tensile strength, elongation, adhesion and solubility. Due to their versatile characteristics, switchable elastomers can be employed in numerous industrial fields including the microelectronic (Fig. 2) and the automotive sector. In addition, the stimuli-triggered degradation of elastomer networks enables the development of new recycling concepts for elastomer products. ■

Auf einen Blick

Förderung: FFG COMET-K1, BMDW, bmvit, Länder STMK, NÖ & OÖ
Partner: PCCL, MUL (KC, WPK, SGK, Institut für Physik)

Ansprechpartner



Priv.-Doz. Dr. Sandra Schlögl
sandra.schloegl@pccl.at
+43 3842 402 2352

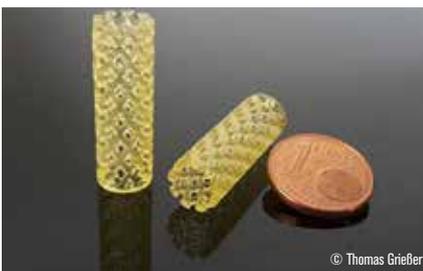
Forschungsschwerpunkt ADDITIVE FERTIGUNG

Research objective ADDITIVE MANUFACTURING

Die additive Fertigung erlaubt die einfache und individuelle Herstellung komplexer 3D Strukturen und Bauteile durch ein schichtweises Aufbringen von Werkstoffen ohne den Bedarf von speziellen Werkzeugen oder Formen. Zusammen mit den subtraktiven Fertigungsverfahren, wie Fräsen oder Drehen und den formativen Fertigungsverfahren wie Gießen oder Schmieden, stellen additive Fertigungsverfahren die dritte Säule der gesamten Fertigungstechnologie dar.

Im Jahre 1984 entwickelte Chuck Hull die Stereolithographie und damit das erste additive Verfahren für Kunststoffe, welches einige Jahre später kommerzialisiert wurde. Daraufhin wurden weitere Techniken wie der 3D-Tintenstrahldruck, das Pulverschmelzverfahren sowie die Schmelzschichtung entwickelt, welche zunächst für die preiswerte Herstellung von Prototypen verwendet wurden.

Durch stetige Verbesserung der Maschinen und Materialien finden diese Verfahren vermehrt Einzug in industrielle Fertigungsprozesse für funktionelle Kunststoffbauteile. Jedoch gibt es bis dato noch Limitierungen hinsichtlich



der Fertigungsgeschwindigkeiten und der Bauraumgrößen dieser Verfahren sowie der Oberflächengüte, Biokompatibilität und der thermo-mechanischen Eigenschaften der gedruckten Kunststoffobjekte.

Dies erklärt auch die Forschungsanstrengungen des Departments für Kunststofftechnik im Bereich der additiven Fertigung. Im Rahmen zahlreicher kooperativer Projekte wird an verbesserten Verfahren und Materialien sowie an Charakterisierungsmethoden geforscht, die es erlauben neue An-



wendungsgebiete für additiv gefertigte Kunststoffbauteile zu erschließen.

Die folgenden Seiten geben einen tiefgehenden Einblick in ausgewählte, aktuelle Arbeiten.

polymers, which was commercialized a few years later. Subsequently, other techniques such as 3D inkjet printing, powder melting and fused deposition modelling were developed, which were initially used for the low-cost production of prototypes.

Through continuous improvement of machines and materials, these processes are increasingly being applied in industrial manufacturing processes for functional polymeric components. However, there are still limitations with regard to the production speeds and the building sizes of these methods as well as the surface quality, biocompatibility and the thermo-mechanical properties of the printed polymeric objects.

This explains the research efforts of the Department of Polymer Engineering and Science in the field of additive manufacturing. Numerous cooperative projects focus on the research on improved methods and materials as well as on characterization methods that pave the way towards new fields of application for additively manufactured polymeric components.

Selected projects are presented on the following pages. ■



Additive Manufacturing allows the straightforward and customized production of complex 3D structures and components by a layerwise deposition of materials without the demand for special tools or moulds. Along with subtractive manufacturing techniques such as milling or lathing and "formative manufacturing" such as casting or forging, "additive manufacturing" is considered as the third pillar of overall manufacturing technology.

In 1984, Chuck Hull developed stereolithography, the first additive process for

Steuerungstechnik für automatisiertes Tapelegen

Process control for Automated Tape Placement

Beginnend mit den ersten Konzepten in den 1960er-Jahren, werden Tapelegetechnologien seit den 1980ern kommerziell genutzt. Unter den Legetechniken sind die thermoplastverarbeitenden Varianten stark limitiert und bislang weiterhin in der Entwicklung befindlich. Wegen den hohen Materialkosten und den angestrebten hohen Legegeschwindigkeiten, ist eine Konsolidierung nach

stahl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen an der MUL, setzt hier ein modulares Legesystem ein: Das im Haus entwickelte System erlaubt das einfache Integrieren neuer Einheiten wie Heiz- oder Kompaktiersysteme.

Ein weiterer Aspekt beim Tapelegen ist der Wärmeeintrag. Die Art der Wärmequelle, die Menge und die Art der Übertragung

haben Einfluss auf die Bauteilqualität. Innerhalb des Projekts wird ein Blitzlichtlampensystem (humm3TM), eine relativ neue Heizmethode, genutzt und getestet. Mit dem System können die Heizparameter kontinuierlich angepasst werden und damit als Element in einem Regelkreis dienen.

Die finanzielle Unterstützung durch das bmvit im Rahmen der FTI Initiative „Produktion der

Zukunft“ und administrativ koordiniert durch die FFG ist dankend angemerkt.

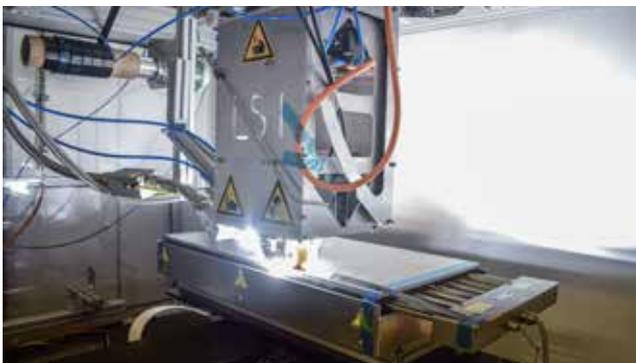
Starting from their conception in the late 1960's, tape placement technologies have been used commercially for various industries since 1980's. Among the placement technologies, layup of thermoplastics has been limited by far and remains virtually under development. Owing to the high cost of the material and the required fast placement speeds, some sort of post consolidation is required to achieve industrial standards. Along with this, the inability to capture and control material quality during layup forces the process to run within stringent boundary conditions. To tap the potential the process entails aiming in-situ

consolidation; process development via in-line control is required.

“InP4- In-line Process control for a reliable TP-Placement Process” aims at capturing the tape geometry to control compaction force based on a phenomenological, continuously adaptive inverse process model. Light sectioning sensors are used directly before and after consolidation to attain a homogenous consolidation quality. The Processing of Composites Group at MUL have developed a modular, custom-made placement system. The flexibility of the system allows easy integration of new units especially for heat source and compaction system.

Another important aspect of tape laying is heat input. The type of heat source, amount and method of heat transfer play a decisive role in the final part quality. Within the scope of the project a relatively new heating system, humm3TM is analysed. The system is capable of adjusting parameters on the fly and can further be used to make a compact closed loop control system.

The financial support provided by the Austrian Ministry for Transport, Innovation and Technology (bmvit) within the FTI initiative “Production of the Future” and administrated by the Austrian Research Promotion Agency (FFG) is kindly acknowledged. ■



© Kunststofftechnik Leoben

dem Legeprozess von Nöten um einen ausreichenden Industriestandard zu erreichen. Erschwerend kommt hinzu, dass das Erfassen und Beeinflussen der Materialqualität während des Legeprozesses kaum möglich ist und der Prozess nur unter vorab definierten Randbedingungen gefahren wird. Um das Potenzial der Technologie besser auszuschöpfen, soll die in situ Konsolidierung über eine in-line Steuerung erreicht werden.

„InP4 - In-Line Process Control for TP Placement Process“ zielt ab auf die Erzielung einer homogenen Konsolidierung durch Adaptierung der Kompaktierungskraft basierend auf einem kontinuierlich adaptiven, inversen Prozessmodell. Mittels Lichtschnittsensoren wird hierfür die Änderung der Tapegeometrie in-line erfasst. Der Lehr-

Auf einen Blick

Förderung: FFG, Produktion der Zukunft, 24. AS
Projektpartner: FACC Operation GmbH

Ansprechpartner



Neha Yadav, MA
neha.yadav@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2721

Additive Werkstoffextrusion von Polypropylen

Material extrusion of polypropylene

Warum gerade Polypropylen?

Der Einsatz der additiven Werkstoffextrusion (Filamentverfahren, FFF) unterliegt aktuell einem starken Materialzwang, da die meisten kommerziell erhältlichen Filamenttypen aus PLA oder ABS bestehen. Polypropylen (PP) hingegen wird kaum verwendet, bietet jedoch eine Reihe von Vorteilen für die Anwendung im 3D-Druck, wie z. B. eine höhere Zähigkeit, eine gute Modifizierbarkeit, eine geringe Feuchtigkeitsaufnahme, sowie eine bessere Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit. Zusätzlich erfüllt PP die steigenden Forderungen der Industrie in Bezug auf technisch anspruchsvolle und verlässliche Materialien. Ein entscheidender Nachteil von PP ist allerdings die hohe Schwindung, bedingt durch den hohen Kristallinitätsgrad des Materials. Dies beeinträchtigt nicht nur die Haftung am Druckbett, sondern auch die Dimensionsstabilität von 3D-gedruckten Bauteilen.

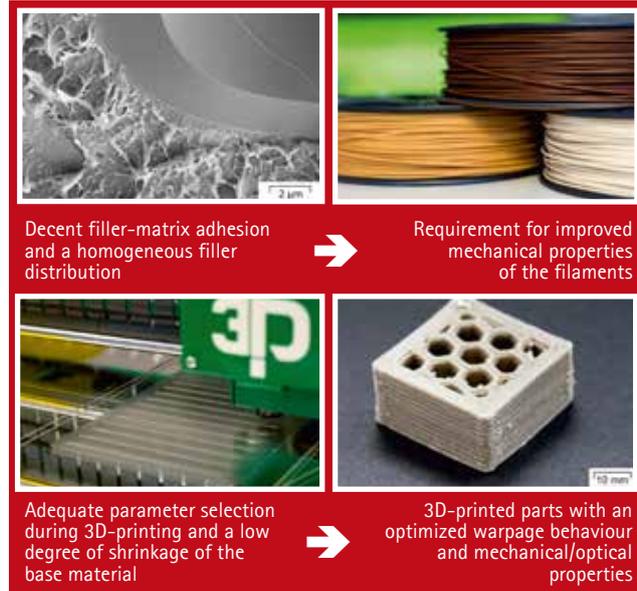
Verzugoptimierung von 3D-gedruckten PP-Compounds

Im Rahmen des nationalen FFG Projekts NextGen3D (848624) wurden dem PP bis zu 30 vol.-% sphärische Füllstoffe sowie Fasern beigemischt, um sowohl die Materialschwindung als auch den Verzug zu minimieren. Um zumindest gleichbleibende mechanische Eigenschaften, sowie eine gute Druckbarkeit der Compounds gewährleisten zu können, wurden die entwickelten Materialien ausgehend von der Morphologie optimiert. Dabei spielten vor allem die Filamentproduktion sowie eine geeignete Parameterwahl während des Druckprozesses eine entscheidende Rolle, um

ein optimiertes 3D-gedrucktes Bauteil aus PP verzugsfrei generieren zu können. Die erzielten Materialien waren vielseitig einsetzbar und überzeugten neben der unproblematischen Verarbeitbarkeit vor allem durch das breite, erzielbare

REM-Aufnahme © WPK

Fotos © Martin Spörk



Eigenschaftsspektrum, das für Anwender wie etwa die BMW Group – Werk Steyr von entscheidendem Vorteil ist.

Why polypropylene?

The use of additive material extrusion (filament process, FFF) is currently limited by material constraints, as most of the commercially available filaments are made of PLA or ABS. In contrast to these materials, polypropylene (PP) offers manifold advantages for 3D-printing compared to the standard materials, such as a higher toughness, a decent modifiability, a low moisture absorption as well as an improved resistance to higher temperatures and chemicals. Additionally, PP satisfies the increasing requirements of the industry towards demanding and reliable materials. A decisive disadvantage of PP, however, is its tendency to shrink due to the material's high degree of crystallinity. This issue affects both the adhesion to the build platform and the dimensional accuracy of 3D-printed components.

Warpage optimisation of 3D-printed PP-compounds

In the framework of the national FFG project NextGen3D (848624), spherical fillers as well as fibers were incorporated into PP to reduce both shrinkage and warpage of 3D-printed parts. In order to guarantee decent mechanical properties and a good printability, the developed composites were optimized based on their morphology. The filament production as well as suitable printing parameters played an essential role in achieving optimized, additively manufactured, warpage-free parts of PP. Besides a flawless processability, the resulting versatile materials were particularly convincing due to their broad property possibilities, which are essential for users such as the BMW Group – Werk Steyr. ■

Auf einen Blick

Förderung: FFG, Produktion der Zukunft, 848624

Partner: Profactor, iRed, Hage Sondermaschinenbau, JKU Linz – Institut für chemische Technologie organischer Stoffe, BMW Group – Werk Steyr

Ansprechpartner



Dr. Martin Spörk
martin.spoerk@unileoben.ac.at
+43 3842 402 3506



Dipl.-Ing. Stephan Schuschnigg
stephan.schuschnigg@unileoben.ac.at
+43 3842 402 3511

FLEXIFACTORY3DP

Flexible Produktion aus metallischen und keramischen Werkstoffen mit additiver Fertigung Flexible production via 3D printing of sintered metal and ceramic complex parts

Ziel des Projektes FlexiFactory3Dp (2017-2019) ist die Entwicklung eines nachhaltigen, robusten und flexiblen Produktionsprozesses für komplexe metallische und keramische Bauteile, die mittels additiver Werkstoffextrusion hergestellt werden sollen. Zwei Fallbeispiele werden dabei untersucht: ein monolithischer Katalysator zur Luftreinigung und ein Bauteil aus dem Automobilbereich.

Die Hauptaufgabe des Lehrstuhls für KV ist die Entwicklung und Verbesserung der Herstellungsrouten SDS (Shaping-Debinding-Sintering – Formgebung-Entbindern-Sintern). Bei diesem Prozess werden die polymeren Komponenten mit metallischen oder keramischen Pulvern vermischt und daraus Filamente extrudiert. Diese werden mittels Werkstoffextrusion, einer additiven Fertigungsmethode, zu Bauteilen geformt. Anschließend folgt der Entbindungsschritt, bei dem Teile des Polymers entfernt werden. Die verbliebenen Pulverpartikel werden zusammengesintert, um dichte metallische oder keramische Bauteile zu erhalten.

Am Lehrstuhl wurden bereits hochgefüllte Systeme aus Titan, Stahl, Kupfer, Aluminiumoxid und Zirkonpulver zu



Filamenten verarbeitet. In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern wurden in FlexiFactory3Dp unterschiedliche Konstruktionen eines Katalysators für die Luftreinigung designt und produziert. Der Projektpartner RHP hat den dafür notwendigen Sintervorgang optimiert und ein Bauteil aus dem Automobilbereich entworfen.

So far, researchers at the Institute have developed highly-filled polymeric filaments with titanium, steel, copper, alumina and zirconia powders. In collaboration with researchers from Shanghai University, different structures for monolithic catalysers for air purification have been designed and fabricated; while researchers at RHP Technology have developed debinding and sintering regimes for fabricated automotive components. ■

The goal of this two-years (2017-2019) project is to develop a sustainable, stable and flexible manufacturing process for complex metallic and ceramic components shaped via material extrusion (ME) additive manufacturing. Two main applications are investigated in the project: (i) manufacturing of monolithic catalysers for air purification and (ii) components for the automotive industry.

The main tasks for the researchers at the Institute for Polymer Processing in the project are the development of materials and to improve the manufacturing process known as 'Shaping-Debinding-Sintering'. In this process, polymer compounds highly-filled with metal or ceramic powders are prepared. These compounds are later extruded to filaments that can be used in a ME additive manufacturing machine. After shaping a part, the polymeric binder is removed and the remaining powders are sintered to obtain a dense part of metal or ceramics.



Auf einen Blick

Förderung: FFG, 22. AS Produktion der Zukunft 2016 China Universität Shanghai, 860385

Projektpartner: RHP-Technology GmbH, Shanghai University Research Centre of Nanoscience and Technology, Shanghai Industrial Technology Institute Intelligent Manufacturing Department

Ansprechpartner



Dr. Joamin Gonzalez-Gutierrez
joamin.gonzalez-gutierrez@unileoben.ac.at
+43 3842 402 3541

AddManu

Ein nationales Leitprojekt im Bereich der additiven Fertigung A national flagship project in the scope of additive manufacturing

Das FFG Leitprojekt AddManu (849297) war ein nationales Forschungs-Netzwerk mit einem internationalen Wissenschaftsbeirat und dem Ziel der Etablierung der additiven Fertigung in der österreichischen Wirtschaft. Der Fokus lag auf vier additiven Fertigungstechno-

logien, die das größte Potenzial für die industrielle Anwendung sowohl für Metalle, als auch für Keramiken und Kunststoffe aufweisen. 19 Partner aus Forschung und Industrie unterschiedlichster Branchen haben sich zwischen Mai 2015 und Juli 2018 intensiv mit der Weiterentwicklung der additiven Fertigung am Standort Österreich beschäftigt.

lage mit integrierter Durchmesser- und Geschwindigkeitsmessung sowie einer vollautomatisierten Wickleinheit entwickelt. In Kombination mit verschiedenen Abkühlmethoden und einem breiten Spektrum an Extrudern ist der Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung durch dieses Projekt in der Lage, jegliches noch so komplexe, thermoplastische Material zu Filament für die additive Werkstoffextrusion zu verarbeiten.



© Martin Spörk

logien, die das größte Potenzial für die industrielle Anwendung sowohl für Metalle, als auch für Keramiken und Kunststoffe aufweisen. 19 Partner aus Forschung und Industrie unterschiedlichster Branchen haben sich zwischen Mai 2015 und Juli 2018 intensiv mit der Weiterentwicklung der additiven Fertigung am Standort Österreich beschäftigt.

The FFG flagship project AddManu (849297) was a national research network with an international scientific board with the aim of establishing recognition and acceptance within the Austrian economy. The focus laid on four additive manufacturing technologies that reveal the largest potential for industrial applications of metals, ceramics, and polymers. Between May 2015 and July 2018, 19 academic and industrial partners from different backgrounds engaged in the development of the national additive manufacturing sector.

The filament diameter as a crucial quality feature

Within this project, the Institute of Polymer Processing studied ways to improve the quality of additive material extrusion (filament based, FFF). In addition to successful strength-improving strategies of engineering components and the optimisation of the first layer adhesion, an automated filament production line was developed. A constant filament diameter and a low ovality are basic requirements for a stable and reliable 3D-printing process. Small deviations in the filament diameter can drastically decrease the flow rate during printing and cause clogging of the nozzle. In the framework of the AddManu project, a filament extrusion line with an integrated diameter- and velocity-measurement as well as a fully automated spooling device was developed. In combination with various cooling methods and a broad

selection of extruders, the Institute of Polymer Processing is now capable of producing any type of complex thermoplastic filament for additive material extrusion due to the experience gained within this project. ■

Auf einen Blick

Förderung: FFG, 849297

Projektpartner: Airbus DS, Böhler Edelstahl GmbH, CEST Kompetenzzentrum für elektrochemische Oberflächentechnologie GmbH, FOTEC Forschungs- und Technologietransfer GmbH, GE Jenbacher GmbH, Hage Sondermaschinenbau GmbH, Joanneum Research Forschungsgesellschaft (Laserproduktionstechnik, funktionelle Oberflächen), LAM Research AG, Lithoz GmbH, Magna Steyr Engineering AG, Mahle Austria Filtersystems GmbH, MUL (Außeninstitut Lehrstühle für Umformtechnik, KV, SGK, KC, Struktur- und Funktionswerkstoffe), O.K.+Partner GmbH, PKT Präzisionskunststofftechnik Bürtlmair GmbH, PROFACTOR GmbH, RHI AG, RHP-Technology GmbH, TIGER Coatings GmbH, TU Wien (Lehrstuhl für Nichtmetallische Werkstoffe, Institute für Managementwissenschaften und angewandte Synthesechemie)

Der Filamentdurchmesser als entscheidendes Qualitätsmerkmal

Der Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung hat sich innerhalb dieses Projekts ausschließlich mit der Qualitätssteigerung der additiven Werkstoffextrusion (Filamentverfahren, FFF) befasst. Neben erfolgreichen Strategien zur Festigkeitssteigerung von technischen Bauteilen und der Optimierung der Haftung der ersten abgelegten Schicht wurde im Speziellen eine Anlage zur automatisierten Filamentproduktion entwickelt. Eine hohe Durchmesserkonstanz und eine geringe Ovalität des Filaments bilden Grundvoraussetzungen für einen stabilen und verlässlichen 3D-Druckprozess. Bereits geringe Abweichungen des Filamentdurchmessers können den Füllgrad des Druckes deutlich erniedrigen oder die Düse verstopfen. Im Rahmen des Projekts wurde eine Filamentextrusionsan-

Ansprechpartner



Dr. Martin Spörk
martin.spoerk@unileoben.ac.at
+43 3842 402 3506



Dipl.-Ing. Stephan Schuschnigg
stephan.schuschnigg@unileoben.ac.at
+43 3842 402 3511

Verschleißschutz an Spritzgussmaschinen

Effect of dissipative heating on the wear of PM-steel

Beim Spritzgießen von kurzglasfaser-verstärkten Thermoplasten tritt in den schmelzführenden Komponenten der Maschine und des Werkzeuges verstärkter abrasiver Verschleiß auf, der zu Prozessschwankungen, Bauteilfehlern und hohen Instandhaltungskosten führt.

Im COMET Projekt Xtribology (Laufzeit 2015–2018) am Tribologie Kompetenzzentrum AC²T research wurden Verschleiß-Testmethoden weiterentwickelt, um den im Aufschmelzbereich auftretenden, sogenannten „Igeleffekt“ nachzustellen sowie Werkstoffkombinationen untersucht, um adhäsiven Verschleiß zu minimieren. An der MUL wurde außerdem der Einfluss der dissipativen Erwärmung auf den abrasiven Verschleiß experimentell und mittels Simulation untersucht.

Bemerkenswertes Ergebnis im anwendungsnahen Plättchenverschleißversuch war ein massiver Härteabfall eines hochlegierten pulvermetallurgischen Stahls an der Verschleißoberfläche von ursprünglich

770 HV0.5 auf 450 HV0.5 nach Verspritzung von 50 kg PA66, gefüllt mit 50 Gew.% Kurzglasfasern (gesamt 210 Spritzzyklen). Als Ursache wurde eine massive oberflächennahe Temperaturerhöhung im Stahl angenommen, die durch Dissipation infolge der hohen Einspritzvolumenströme und Drücke sowie Mikrozerspannung entsteht. Der zyklisch eingebrachte Wärmestrom veränderte das oberflächennahe Gefüge und beschleunigte so den Verschleiß massiv. Simulationen mittels SigmaSoft[®] zeigten einen Schmelztemperatur-Anstieg auf 700 °C, 0,9 µm von der Wand entfernt. Daraus resultierte ein Anstieg der Temperatur an der Stahloberfläche auf 465 °C nach nur einem Einspritzvorgang.

In der Zukunft gilt es, den Einfluss der Dissipation auf den Verschleiß von Kunststoffformenstählen sowohl für niedrig als auch hochlegierte Stähle näher zu untersuchen und die verschleißfesten Stähle in Richtung längerer Standzeiten weiterzuentwickeln.

During injection moulding of short glass fibre reinforced thermoplastics, the melt carrying components of the injection moulding machine and moulds show increased abrasive wear resulting in process variations, component defects, and high maintenance costs.

this was assumed to be a massive temperature increase in the steel due to the dissipation caused by high injection flow rates and pressures as well as micro-machining. The cyclically induced heat flow changed the near-surface structure and thus massively accelerated wear.

- Simulations using SigmaSoft[®] showed a melt temperature increase up to 700 °C, 0.9 µm away from the surface. This resulted in an increase of temperature at the steel surface to 465 °C after only one shot. In the future, the influence of dissipation on wear of plastic mould steels for both low- and high-alloyed steels will be examined more closely and the wear-resistant steels will be further developed towards longer service life. ■

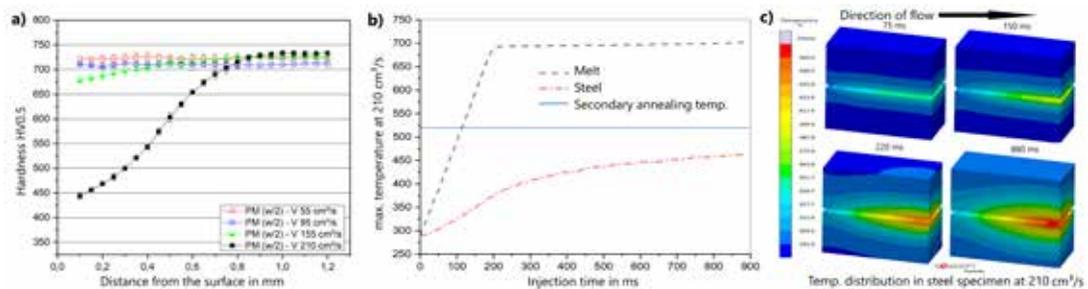


Abb. 1: Zusammenhang von Härteverlust und Dissipation für einen PM-Stahl, a) Härteabnahme von der Oberfläche in die Tiefe in Abhängigkeit des Einspritzvolumenstroms, b) simulierte Temperaturentwicklung an der Grenzfläche von Schmelze und Stahl, c) simulierte Temperaturverteilung im Stahlprobekörper während des Plättchenverschleißversuchs
Fig. 1: Relation of hardness loss and dissipation for a PM steel, a) Hardness decrease from surface to depth as a function of injection volume rate, b) simulated temperature trend at the interface of melt and steel, c) simulated temperature distribution in the steel specimen during the platelet-wear-test

In the COMET project Xtribology (duration 2015–2018) at Tribology Competence Center AC²T research wear test methods to simulate the so-called "hedghog effect" occurring in the melting area were developed further. As well material combinations to minimize adhesive wear were investigated. At Montanuniversität the influence of dissipative heating on abrasive wear was investigated experimentally and by simulation.

The most notable result in the application-related platelet-wear-test was a massive drop of hardness of a high-alloyed powder metallurgical steel on the wear surface from originally 770 HV0.5 to 450 HV0.5 after injection of 50 kg PA66 filled with 50 wt% glass fibers (210 injection cycles in total). The reason for

Auf einen Blick

Förderung: Comet
Projektpartner: Wittmann Battenfeld GmbH, AC²T research GmbH, TU Wien - Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie

Ansprechpartner



Dipl.-Ing. David Zidar
david.zidar@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2910

CAMed

Clinical Additive Manufacturing for Medical Applications

Additive Manufacturing (AM) in der Medizin

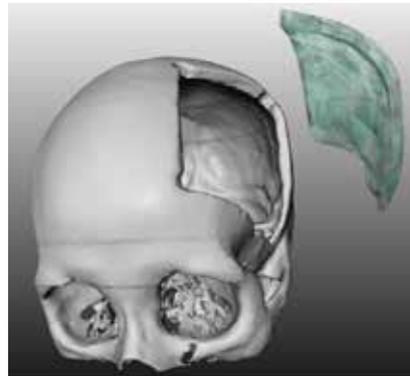
Eine Stärke von additiven Fertigungsverfahren liegt darin, individualisierte Produkte herstellen zu können. Diese Eigenschaft macht AM besonders für die Medizintechnik interessant. Durch die derzeit sehr starke Entwicklungstätigkeit, sowohl bei Materialien als auch bei Technologien, werden immer mehr medizinische Anwendungen möglich.

CAMed

In dem von der FFG geförderten COMET Projekt sind 18 Projektpartner aus Österreich und Deutschland unter der Führung der Medizinischen Universität Graz versammelt. Im Projekt werden die Möglichkeiten von zwei Materialien

Unter anderem sollen metallische Implantate durch Kunststoffe ersetzt werden, die neben dem geringeren Gewicht und ihrer definierten Steifigkeit auch wegen der Durchlässigkeit von Röntgenstrahlen im Vorteil sind.

Durch den Einsatz von maßgeschneiderten Polymeren und unterschiedlichen additiven Fertigungstechnologien für polymere Werkstoffe sollen hochwertige, personalisierte Implantate direkt in den Krankenhäusern gefertigt und dadurch Zeit sowie Kosten gespart werden können. Das Wohl der Patientinnen und Patienten steht dabei sowohl in der Klinik – durch weniger und kürzere Operationen – als auch im täglichen Einsatz der Implantate im Fokus.



3D visualization of a patient skull with a cranial defect on the left side. The image shows also a 3D model of a cranial implant to close the defect (light green).

additive Material Extrusion of polymeric materials, where among others metallic implants should be substituted with polymers, which have less weight, defined stiffness and also the possibility that X-rays can pass through.

With the use of tailor-made polymers and different

additive technologies for polymeric materials, better suited personalized implants should be produced directly in the clinics, to save time and costs. Due to less operations and shorter operation times, the well-being of the patient should increase in the clinic and after the implantation. ■



Assembled medical FFF printer that is able to print any high performance polymer with high melting points.

für die additive Fertigung erforscht: Auf der einen Seite steht das AM mit metallischen Werkstoffen, welches hauptsächlich auf Pulverbetttechnologien basiert. Auf der anderen Seite stehen die Kunststoffe; der Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung ist im Projekt für die additive Werkstoffextrusion von polymeren Werkstoffen verantwortlich.

Additive Manufacturing for medical applications

The various advantages of additive technologies facilitate applications in medicine, as their strength lies especially within individualized products. As the increasing research and development enables new materials and technologies, many new products and applications for medical uses are being developed.

CAMed

In the FFG funded COMET project, 18 partners from Austria and Germany joined under the lead of the Medical University of Graz. The project has two subtasks, with their main concerns lying within different material categories. On the one hand the metallic additive production will be done mostly with powder bed fusion. On the other hand are the polymers: The Institute for Polymer Processing is responsible for the

Auf einen Blick

Förderung: FFG, 7. AS COMET Projekte 2017, 865768

Ansprechpartner



Dipl.-Ing. Stephan Schuschnigg
stephan.schuschnigg@unileoben.ac.at
+43 3842 402 3511



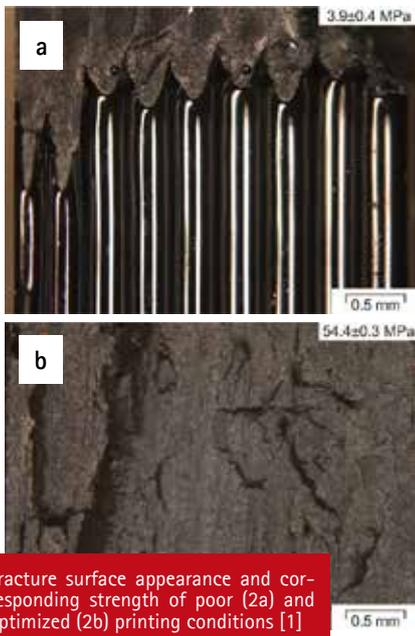
Dr. Joamin Gonzalez-Gutierrez
joamin.gonzalez-gutierrez@unileoben.ac.at
+43 3842 402 3541

Steife und zähe 3D-gedruckte Kunststoffe

Stiff and Tough 3D-printed polymers

Additive Fertigung von Kunststoffbauteilen mittels Werkstoffextrusion

Die additive Fertigung erlebt in den letzten Jahren einen weltweiten Aufschwung. Ausgehend von diesem Trend werden auch 3D-gedruckte Bauteile aus Kunststoff immer interessanter für diverse Anwendungen. Aufgrund der geringen Anschaffungskosten für Maschinen, wird vor allem die additive



Fracture surface appearance and corresponding strength of poor (2a) and optimized (2b) printing conditions [1]

Fertigung via Werkstoffextrusion (Fused Filament Fabrication – FFF) für ein breites Publikum zugänglich. Aufgrund des Verarbeitungsverfahrens, weisen viele Bauteile die auf diese Art hergestellt werden jedoch oftmals relativ geringe mechanische Eigenschaften auf. Eingehende Studien der Verarbeitungsbedingungen haben jedoch gezeigt, dass eine geschickte Auswahl der Prozessparameter die mechanischen Eigenschaften eklatant steigern können. Dadurch ist es möglich, Bauteile die mittels FFF Verfahren hergestellt wurden auch in strukturell beanspruchten Teilen zu verwenden.

Optimierung mechanischer Eigenschaften

In gegenwärtigen Untersuchungen werden sowohl klassische mechanische Kennwerte, wie Steifigkeit und Festigkeit, sowie auch bruchmechanische Zä-

higkeitsparameter in Abhängigkeit der Prozessparameter ermittelt. Wie anhand der Abbildungen zu sehen ist, können je nach gewählten Einstellungen immense Unterschiede in den Eigenschaften erreicht werden. Einige Materialien können hinsichtlich Prozessführung sogar soweit optimiert werden, dass diese nahezu homogene Eigenschaften in alle Raumrichtungen aufweisen. Vor allem für mechanisch stark belastete Bauteile und deren Auslegung, bietet dies immense Vorteile.

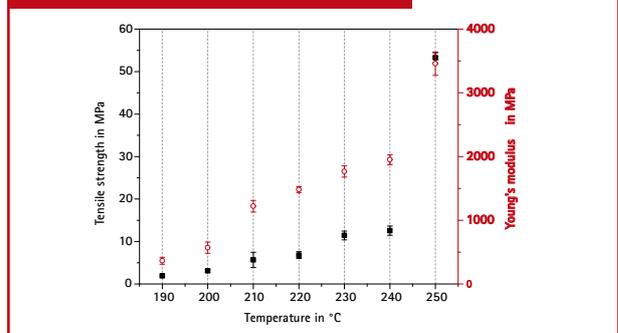
Additive manufacturing of polymeric-components via material extrusion

Additive manufacturing has undergone a global boom over the last few years. Based on this trend, components designed and manufactured via 3D printing become increasingly interesting for a broad spectrum of applications. Due to low investment costs, additive manufacturing via fused filament fabrication (FFF) is attainable for a large audience. Due to the manufacturing process itself, many components printed via FFF show rather low mechanical properties. However, recent work shows that studying the process-structure-properties relationship in depth can lead to a rather significant improvement in mechanical properties. Using this knowledge, it is possible to optimize the process and design components which can ultimately be used also in structurally loaded applications.

Optimization of mechanical properties

Current studies focus on the development of classical mechanical properties, such as stiffness and strength, as well as fracture mechanical toughness parameters as a function of processing parameters. As shown in the figures below, a dextrous choice of processing conditions can lead to an exorbitant improvement

Dependence of mechanical properties on processing conditions in FFF [1]



of properties. Some materials can even be optimized to a point, where they show an almost homogeneous mechanical property spectrum, regardless of printing orientation. This offers many advantages, especially with regard to the design of structurally loaded components. ■

¹ M. Spoerk, F. Arbeiter, H. Cajner, J. Sapkota, and C. Holzer, J. Appl. Polym. Sci., 134, 45401 (2017).

Auf einen Blick

Förderung: Diese Arbeit wurde v. d. FFG im Rahmen des AddManu-Projekts („Stärkung der österreichischen Wertschöpfungsketten für die generative Fertigung in der industriellen Produktion“, Zuschussvereinbarung 849297) unterstützt.

Ansprechpartner



Dr. Florian Arbeiter
florian.arbeiter@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2122



Dr. Martin Spörk
martin.spoerk@unileoben.ac.at
+43 3842 402 3506

CD-Labor für funktionelle Druckertinten

CD Laboratory of Functional and Polymer Based Ink-jet Inks

Die Entwicklung von biokompatiblen Materialien für den 3D-Druck eröffnet die Möglichkeit der digitalen Fabrikation komplexer, geometrischer Strukturen in der Medizintechnik. Von den gängigen 3D-Druckverfahren für Kunststoffe kann besonders die Stereolithographie durch eine sehr hohe Auflösung überzeugen. Diese auf der Photopolymerisation von flüssigen Harzen basierende Technologie eignet sich insbesondere für die Herstellung biomedizinischer Produkte, bei welchen hohe Passgenauigkeit sowie hohe Oberflächengüte gefordert sind. Kommerziell verwendete Harzsysteme basieren größtenteils auf Acrylat- und Methacrylat-Monomeren, die aufgrund ihrer großen Sprödigkeit und vergleichbar hohen Zytotoxizität für die Herstellung von Medizinprodukten, mit Kontakt zu Gewebe oder Schleimhaut, nur bedingt geeignet sind.

Im Rahmen der Forschungstätigkeiten des CD Labors für funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis werden biokompatible Harzsysteme für die additive Fertigung von auf den Patienten angepassten, medizinischen Applikationen und Vorrichtungen (z. B. kieferorthopädischer Zahnschienen, siehe Abbildung 1) entwickelt. Diese Harzsysteme basieren auf der radikalischen Reaktion von multifunktionellen Alkin- und Thiol-Monomeren (siehe Abbildung 2) und weisen eine signifikant höhere Biokompatibilität als Standard-Technik Harze auf. Der spezielle Polymerisationsmechanismus dieser

Die Forschungsarbeiten des CD-Labors zur Entwicklung biokompatibler Harze für die additive Fertigung von kieferorthopädische Zahnschienen wurde kürzlich mit dem Wissenschaftspreis der Deutschen Gesellschaft für Aligner Orthodontie ausgezeichnet.

The development of biocompatible, materials for 3D printing paves the way towards the digital fabrication of complex, geometric structures in medical technology. Among all 3D printing methods, especially stereolithography can convince with a very high resolution. This technology, based on the photopolymerization of liquid resins, is particularly suitable for the manufacturing of biomedical products where high fitting precision and high surface quality are required.

Commercially used resin are mainly based on cytotoxic acrylate and methacrylate monomers that show high brittleness in the cured state and thus are suitable only to a limited extend for the manufacturing of medical devices

functional alkyne and thiol monomers (see Figure 2) and provide significantly higher biocompatibility than state-of-the-art resins. The special polymerization mechanism of this curing reaction leads to the formation of very homogeneous polymeric network structures, resulting in unique thermo-mechanical properties (ductility and toughness).

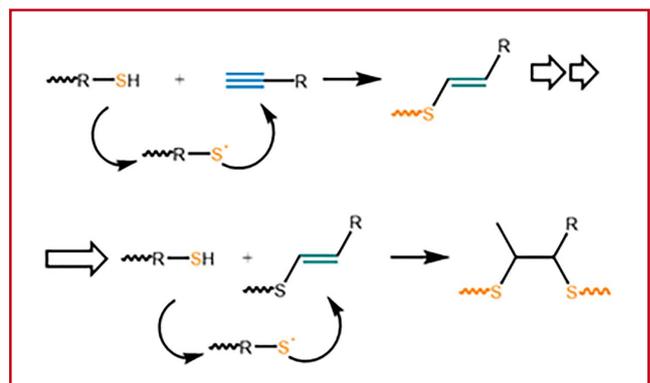


Abb. 2: Mechanismus der Thiol-In-Photopolymerisation.
Fig. 2: mechanism of thiol-yne photopolymerization.

The research work of the CD Laboratory regarding the development of biocompatible resins for the additive manufacturing of orthodontic clear aligners has recently been awarded with the Science Award of the German Association for Aligner Orthodontics. ■



Abb. 1: transparente, kieferorthopädische Zahnschienen, rechts: Mechanismus der Thiol-In-Photopolymerisation.
Fig. 1: Orthodontic clear aligners, right: mechanism of thiol-yne photopolymerization.

Härtungsreaktion führt zur Bildung sehr homogener polymerer Netzwerkstrukturen, woraus einzigartige thermo-mechanische Eigenschaften (Duktilität und Zähigkeit) resultieren.

additive fabrication of patient-adapted medical applications and devices (e.g., orthodontic clear aligners, see Figure 1) are being developed. These resins are based on the radical reaction of multi-

Auf einen Blick

Förderung: Christian Doppler Forschungsgesellschaft
Projektpartner: Schmid Rhyner AG, Lithoz GmbH, Wollsdorf Leder Schmidt & Co Ges.m.b.H.

Ansprechpartner



asso.Prof. Dr. Thomas Griesser
thomas.griesser@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2358

Partikelgebundene Photoinitiatoren

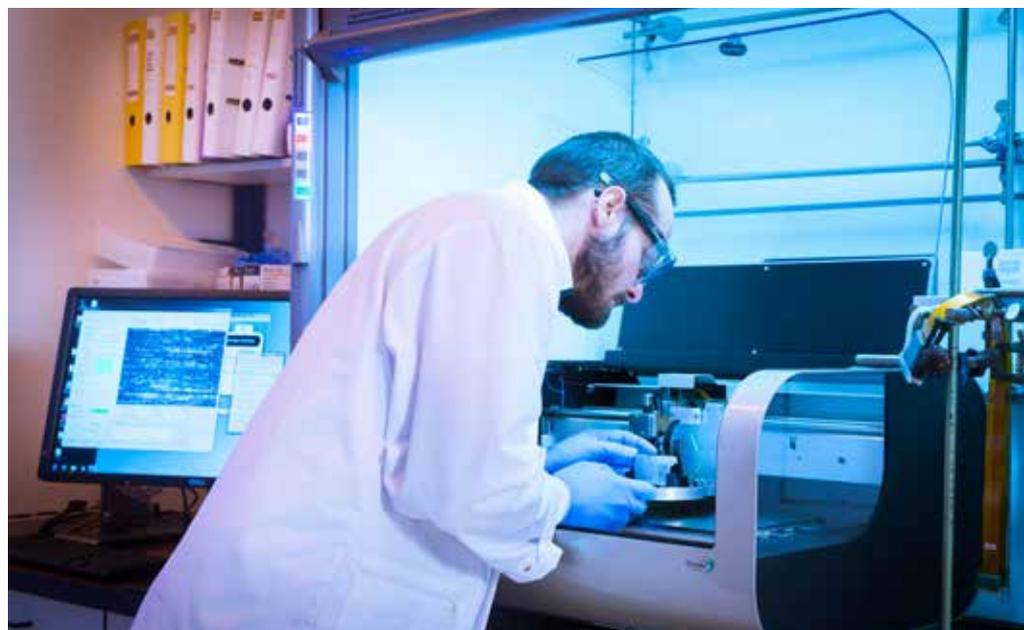
Particle-bound Photoinitiators

Mit Photoinitiatoren werden unter UV-Licht radikalische oder kationische Polymerisationen ausgelöst. In einem neuen Forschungsansatz wurde untersucht, inwieweit sich Photoinitiatoren an die Oberfläche von anorganischen Partikeln koppeln lassen, um migrationsfreie Photoinitiatoren für die UV-Härtung zu erhalten.

Im Rahmen des FFG-Leitprojektes AddManu und in einem strategischen Projekt des PCCL wurden fünf Typen von Photoinitiatoren (Acylphosphin-oxide und andere Norrish-Typ 1 Initiatoren) mit kopplungsfähigen Trialkoxy-Silylgruppen hergestellt. Diese Photoinitiatoren wurden über Kondensation an die Oberfläche von Silica-Partikeln gekoppelt.

Die Härtung von Acrylatharzen, basierend auf Tetrahydrofuran-Acrylat, wurde mit den funktionalisierten Partikeln und mit dem freien Photoinitiator (als Vergleichskomponente) mittels Photo-DSC und real-time FTIR untersucht. Tatsächlich erfolgt die Photo-Polymerisation des Acrylates unter Verwendung der gekoppelten Photoinitiatoren mit ähnlicher Reaktionsgeschwindigkeit und vergleichbarem Doppelbindungsumsatz, wie bei freien Initiatoren. Für Thiol-En Harze zeigen die gekoppelten Photoinitiatoren zwar eine geringere Reaktionsgeschwindigkeit, letztlich aber einen vergleichbaren Doppelbindungsumsatz.

Die Untersuchung des extrahierbaren Anteils an Photoinitiator (bzw. seiner Spaltprodukte) erfolgte durch Soxhlet-Extraktion mit nachfolgender GC/MS-Analytik. Bei einem hohen Grad an Funktionalisierung der Silica-Partikel liegt der extrahierbare Gehalt an Photoinitiator (bzw. den Spaltprodukten) unter der Nachweisgrenze. Für industrielle Anwendungen, z. B. Druckfarben für Lebensmittelverpackungen, können gekoppelte Photoinitiatoren somit eine quantitative Umwandlung der Monomere und eine geringe Extrahierbarkeit des Photoinitiators gewährleisten.



Photoinitiators initiate radical or cationic polymerizations under UV light. In a new research approach, it was investigated to what extent photoinitiators can be coupled to the surface of inorganic particles to obtain migration-free photoinitiators for UV curing. As part of the FFG lead project addmanu and in a strategic project of PCCL, five types of photoinitiators (acyl phosphine oxides and other Norrish type 1 initiators) bearing trialkoxysilyl coupling groups. These photoinitiators were coupled by condensation to the surface of silica particles.

The curing of acrylate resins based on tetrahydrofuran acrylate was studied with the functionalized particles and with the free photoinitiator (as reference component) using photo-DSC and real-time FTIR. In fact, the photopolymerization of the acrylate using the coupled photoinitiators proceeds at a similar reaction rate and comparable double bond conversion as with free initiators. For thiol-ene resins, the coupled photoinitiators show a lower reaction rate, but ultimately a comparable double bond conversion.

Examination of the extractable fraction of photoinitiator (and its cleavage products) was carried out by Soxhlet extraction with subsequent GC / MS analysis. With a high degree of functionalization

of the silica particles, the extractable content of photoinitiator (and cleavage products) is below the detection limit. For industrial applications, e.g., printing inks for food packaging, coupled photoinitiators can thus ensure a quantitative conversion of the monomers and at the same time a low extractability of the photoinitiator. Moreover, photo-reactive particles can be applied to prepare (nano) composites with a controllable coupling of the inorganic particle to the polymer matrix. ■

Auf einen Blick

Förderung: FFG-Leitprojekt addmanu

Projektpartner: ETH Zürich (Prof. H. Grützmaier), PCCL (Dr. S. Schlögl)

Ansprechpartner



Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Kern
wolfgang.kern@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2351

Forschungsschwerpunkt SMART MANUFACTURING

Research objective SMART MANUFACTURING

Digitalisierte Produktion, Additive Fertigung und Biomimetik sind Megatrends in Forschung und Produktion und werden die Wertschöpfungsketten der meisten Industriebetriebe deutlich verändern. Industrie 4.0 Schlüsseltechnologien, z. B. das Internet der Dinge, IPv6 und OPC UA, Cloud Services, Big Data und künstliche Intelligenz, virtuelle Technologien, intelligente Sensoren und Aktuatoren, sollen dabei die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie in der globalisierten Wirtschaft erhalten.

Unsere Mission dabei ist es, die Leistungsfähigkeit der Kunststoffverarbeitungsprozesse in Bezug auf Produktqualität, aber auch Prozessflexibilität, -effizienz, -reproduzierbarkeit und -ausstoß durch gesamtheitliche Prozessanalyse, -modellierung und -digitalisierung deutlich zu steigern.

In **Evolution#4** (S. 35) werden Strategien zur 4. industriellen Revolution im Flugzeugbau entwickelt, dessen Fertigungsprozesse noch durch einen großen Anteil manueller Tätigkeiten geprägt sind. Das Ziel von **Hybrid RTM** (S. 41) ist die inline Qualitätsregelung des Faserbundfertigungsverfahrens RTM durch Anwendung phänomenologischer Modellierung. **InQCIM** (S. 39) zielt auf die Verwirklichung eines neuen interdisziplinären Ansatzes für die Verarbeitung von Thermoplasten ab: Das intelligente Spritzgießwerkzeug als cyberphysikalisches System. Ebenso wird im Projekt **SORIM** (S. 37) daten-basierte Modellierung verwendet, jedoch mit dem Ziel einer selbst-optimierenden Spritzgießmaschine für die Elastomerverarbeitung. Das Projekt **NovoTube** (S. 38) adressiert eine effiziente und flexible Fertigung von Hohlkörperprofilen.

Biomimetik ist die Übertragung von Modellen, Systemen und Elementen der Natur auf komplexe (technische) Fragestellungen. Während biologische (Verbund-)Werkstoffe durch ihre Mikrostruktur sowohl steif als auch bruchbeständig sein können, ist dies für technische Werkstoffe wie Kunststoffe in der Regel nicht der Fall. **BiomimicPolymers** (S. 36), nimmt sich das Ske-



lett der Tiefseeschwamm *Euplectella aspergillum* als Vorbild, um damit neue kunststoffbasierende Multilayer-Werkstoffe, welche sowohl steif als auch zäh sind, zu entwickeln.

Digitalized production, additive manufacturing, and biomimetics are megatrends in science and manufacturing and will dramatically change the value-chain of most industrial producers. Industry 4.0 key technologies, for instance, the internet of things, IPv6 and OPC/UA, cloud services, big data and artificial intelligence, virtual technologies and intelligent sensors and actuators shall enable western manufacturers to remain competitive in the global economy.

Our mission and vision is to boost the performance of industrial plastics manufacturing processes in terms of part quality as well as process flexibility, efficiency, reliability, and output by comprehensive process analysis, modeling, and digitalization: **Evolution#4** (see p. 35) develops strategies for the fourth industrial revolution in the airplane manufacturing industry, in which the manual-operations-dominated workflow still limits quality and productiv-

ity. Additionally, **Hybrid RTM** (see p. 41) approaches the inline quality control of composite processing by employing phenomenological modeling. **InQCIM** (see p. 39) addresses a new interdisciplinary approach for manufacturing thermoplastics parts: The intelligent injection mould becoming a cyber physical system. **SORIM** (see p. 38) also uses data-based model building but for the self-optimizing rubber injection molding machine. The project **NovoTube** (see p. 38) addresses efficient and flexible manufactured tubular structures.

Biomimetics is the imitation of the models, systems, and elements of nature for the purpose of solving complex human problems. Biological materials, due to their microstructure, may perform both very stiff and very tough, which for standard technical materials, such as polymers, is often mutually exclusive. **BiomimicPolymers** (see p. 36), a recently started project, is adapting the skeleton of the deep sea sponge *Euplectella aspergillum* as a role model for new polymer-based stiff-and-tough multi-layer materials. ■

Evolution#4

The 4th industrial revolution of airplane manufacturing

Die Zukunft des Fliegens

In der zivilen Luftfahrt wird innerhalb der nächsten 15 Jahre eine Verdopplung des Transportbedarfs erwartet. Nicht zuletzt aufgrund von steigendem Umweltbewusstseins, erhöhter gesellschaftlicher Akzeptanz sowie zunehmender Ressourcenknappheit, wird der Bedarf an umweltfreundlichen, Ressourcen-schonenden und geräuscharmen Flugzeugen bei allen global führenden Flugzeugherstellern maßgeblich steigen.

Faser-verstärkte polymere Verbundwerkstoffe spielen eine entscheidende Rolle, wenn es um die Herstellung von modernen Flugzeugen geht. Im Vergleich zu Metallen kann das Verhältnis von Masse zu Steifigkeit bis zu vierfach übertroffen werden. Dies birgt enormes Potenzial zur Treibstoffeinsparung bzw. Steigerung von Reichweite und Nutzlast.

Entwicklungen in der Fertigung

Im Rahmen von Evolution#4 werden Strategien zur vierten industriellen Revolution in der Flugzeugfertigung entwickelt, die aktuell noch maßgeblich von manuellen Tätigkeiten geprägt ist. Automatisierte Fertigungsmöglichkeiten auf Basis des Resin Transfer Moulding Verfahrens mit integrierter Qualitätskontrolle sowie Konzepte des digitalen Zwillings werden anhand der Fertigung einer Tragflächenkomponente entwickelt und demonstriert.

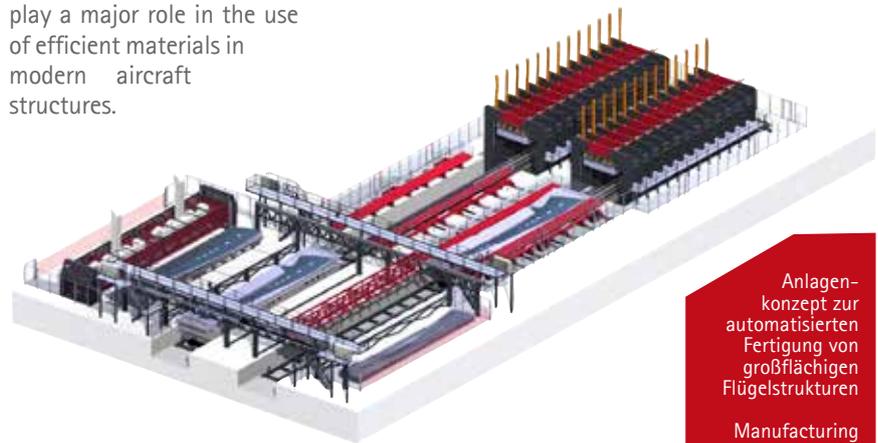
Unterstützung durch Take Off

Das Projekt Evolution#4 wird im Rahmen des österreichischen Forschungsprogramms „Take Off“ vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) gefördert und seitens der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG administriert. Das Projektkonsortium umfasst die Industripartner Alpex Technologies GmbH, aerospace & advanced composites GmbH, Fill GmbH und Brimatech Services GmbH sowie die Montanuniversität Leoben als Forschungspartner.

The future of aviation

The demand for civil air-transportation is expected to double within the next 15 years. With growing environmental concerns, societal acceptance and resource availability, the demand for resource-efficient, eco-friendly and silent airplanes is assumed to increase significantly by global airplane manufacturing companies.

Carbon fibre reinforced polymers play a major role in the use of efficient materials in modern aircraft structures.



Anlagenkonzept zur automatisierten Fertigung von großflächigen Flügelstrukturen

Manufacturing concept for the automated processing of large-scale wing structures

Compared to metals, it balances four times better when it comes to weight to stiffness ratio and thus, offers leading conditions in terms of fuel efficiency, range or payload.

The evolution of manufacturing

Evolution#4 develops strategies for the fourth industrial revolution in the airplane manufacturing industry, which is currently limited in quality and productivity due to the manual operations dominating the overall workflow. By means of automated manufacturing based on the Resin Transfer Moulding process, integrated quality assurance and digital transformation, the manufacturing of a wing component is developed and demonstrated.

Take Off supports innovations

Evolution#4 receives funding from the Austrian research funding programme "Take Off", which is a Research, Technology and Innovation Funding Pro-

gramme of the Austrian Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology (bmvit), managed by the Austrian Research Promotion Agency (FFG). The project consortium comprises the industrial partners Alpex Technologies GmbH, aerospace & advanced composites GmbH, Fill GmbH and Brimatech Services GmbH as well as the Montanuniversität Leoben as research institution. ■

Auf einen Blick

Förderung: bmvit FTI Initiative „Take Off“, administriert durch die FFG
Projektpartner: Alpex Technologies GmbH, aerospace & advanced composites GmbH, Fill GmbH, Brimatech Services GmbH, MUL

Ansprechpartner



assoZ.Prof. Dr. Ewald Fauster
 ewald.fauster@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2708

Biomimetik: Vorbild für Mehrschichtmaterialien

Biomimetics: a role model for multi-layer materials

Ausgangssituation

Für viele technische Anwendungen muss eine feine Balance aus Steifigkeit und Zähigkeit gefunden werden. Werkstoffe mit hoher Steifigkeit haben dabei oft den Nachteil, dass sie ein sehr sprödes Bruchverhalten aufweisen. Viele biologische Materialien hingegen sind zugleich steif und zäh, was ihrer filigranen Mikrostruktur zuzuschreiben ist. Das Skelett des Tiefseeschwammes *Euplectella aspergillum* besteht beispielsweise zu mehr als 99 % aus SiO_2 (Bioglas) und ist durchsetzt mit hauchdünnen, konzentrischen Proteinschichten. Diese Schichten wirken als Rissstopper und verleihen dem Glasskelett eine bemerkenswerte Zähigkeit.



Skelett eines Tiefseeschwammes bestehend aus verbundenen Einzelfilamenten

Nachahmung der Natur

Im Rahmen eines FFG-Bridge Projektes soll nun erforscht werden, ob derartige Konzepte auch für polymere Werkstoffe adaptiert werden können. Dabei werden hochgradig mineralisch verstärktes und zähigkeitsmodifiziertes Polypropylen anstelle von Bioglas und Protein eingesetzt. Durch Methoden der elastisch-plastischen Bruchmechanik kann gezeigt werden, dass die weichen Zwischenschichten ein signifikantes Hindernis für das Wachstum von Rissen darstellen.

Anwendung

Die gewonnenen Erkenntnisse sollen in Verbindung mit FE-Simulationen die Auslegung eines optimierten Mehrschichtverbundes ermöglichen.

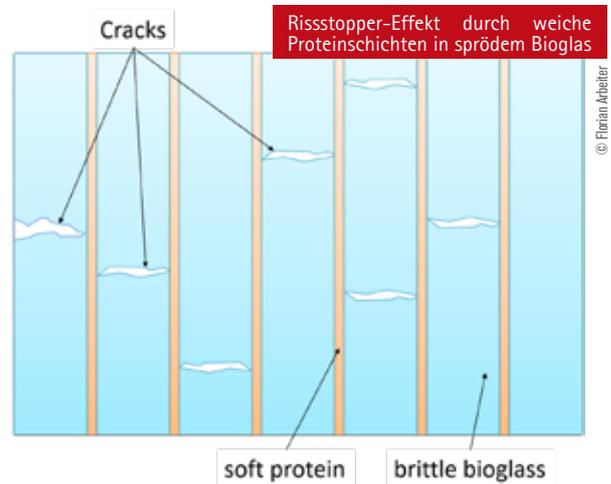
chen. Als Resultat werden besonders widerstandsfähige Werkstoffe mit gezielter Schichtarchitektur erwartet. Dadurch können neue Anwendungsgebiete für Kunststoffe erschlossen oder bestehende Herausforderungen effizienter und ressourcenschonender bewältigt werden.

State of the art

For many technical applications, a fine balance between stiffness and toughness must be found. In many cases materials with high stiffness also exhibit a very brittle fracture behaviour. In contrast, many biological materials are both tough and stiff. This is mainly attributed to their intricate microstructure. The skeleton of the deep sea sponge *Euplectella aspergillum* is predominantly composed of bioglass (> 99 % SiO_2) with thin and concentric layers of protein spread throughout the material. These interlayers act as crack-arresters and grant the glass skeleton a remarkable toughness.

Mimicry of nature

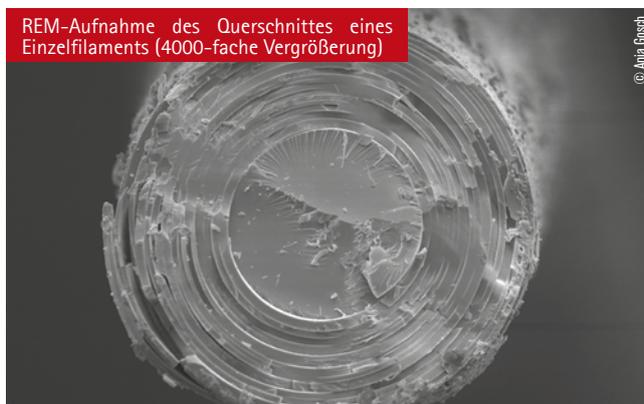
The feasibility to adapt such concepts for polymeric materials shall now be investigated within the scope of a FFG-bridge project. Therein, highly mineral reinforced polypropylene and toughness-modified polypropylene are used



- instead of bioglass and protein. Using methods from elastic-plastic fracture mechanics it could be demonstrated that the soft interlayers pose a significant barrier for crack growth.

Application

These experimental findings in conjunction with FE-simulation enable the design of an optimized multi-layer composite. Resistant materials with a specific layer architecture are the expected outcome. Using these materials opens up new fields of application for plastics. Moreover, existing challenges can be overcome with a higher cost- and resource-efficiency. ■



REM-Aufnahme des Querschnittes eines Einzelfilaments (4000-fache Vergrößerung)

Auf einen Blick

Förderung: FFG - Bridge
 Projektpartner: ESI, MCL

Ansprechpartner



Dr. Florian Arbeiter
 florian.arbeiter@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2122

SORIM

Self-optimizing Rubber Injection Molding for Zero Waste Manufacturing

Die voranschreitende Digitalisierung hat die Möglichkeiten der Steuerung und Überwachung von industriellen Prozessen bereits massiv erweitert, und wird auch künftig noch deutliche Veränderungen der Art, Produkte zu erzeugen, mit sich bringen. Zu den Schlüsseltechnologien der digitalen Fabrik zählen das Internet der Dinge, IPv6 und OPC/UA, Cloud-Lösungen, Big Data, Artificial Technology und intelligente Sensor-Aktuator Kombinationen. Diese Systeme werden zunehmend von der Industrie der Hochlohnländer eingesetzt, um gleichzeitig die Effizienz und die Flexibilität der Produktionsprozesse zu erhöhen und somit den Mitbewerbern aus Niedriglohnländern einen Schritt voraus zu bleiben.

Im Projekt SORIM soll ein Regelungssystem für Kautschuk-Spritzgussmaschinen entstehen, welches unter Einbeziehung des Material- und Prozesszustandes selbstständig auf kritische Abweichungen reagieren, und eine gleichbleibende Formteilqualität sicherstellen kann.

Diese Aufgabe stellt gerade beim Kautschukspritzgießen eine besondere Herausforderung dar, da (1) die Kautschukmischung ein lebendes chemisches System darstellt und ihre Eigenschaften durch Mischprozess und Lagerung deutlich beeinflusst werden, und (2) bereits geringfügig abweichende Prozessbedingungen im Spritzgießprozess große Änderungen in der Formteilqualität herbeiführen können, d. h. nur durch Analyse aller zur Verfügung stehenden Daten und einer genauen Kenntnis der Einfluss-

faktoren kann das Ziel einer Null-Fehler-Produktion erreicht werden.

Im Projekt SORIM wird das, aus früheren Projekten gewonnene, Wissen über die im Kautschukspritzguss qualitätsbestimmenden Einflussgrößen um die Komponente des Online-Prozessmonitorings erweitert. Somit kann eine Maschinenregelung entstehen, die selbstständig und ohne Bedieneringriff die Qualität der Formteile regelt.

The digitalized production will dramatically change the value-chain of most industrial producers. Industry 4.0 key technologies, for instance, the internet of things, IPv6 and OPC/UA, cloud services, big data and artificial intelligence, virtual technologies and intelligent sensors and actuators shall enable western manufacturers to remain competitive against low-wage-country competitors. Key objectives are raising efficiency and flexibility of production processes as well as improving the performance and the quality of products.

Our vision is to ameliorate the performance of industrial manufacturing processes, in terms of part quality as well as process flexibility, efficiency, reliability, and output. One of our approaches is the self-optimizing rubber injection molding machine for zero-waste manufacturing (SORIM): Therefore, the project SORIM aims to develop an advanced adaptive machine control system (Quality Control System (QCS)) that is able to autonomously react to

deviating conditions of the process and the rubber compound.

Maintaining continuous quality in rubber injection moulding is a very challenging task as it is a result of both, (1) the initial material condition of the rubber compound, that is determined by the compounding process as well as the storage environment and (2) the injection moulding process itself. Consequently, both aspects have to be taken into account to reach a zero waste production, including an optimal and constant output quality.

In other words, SORIM will enable not only to monitor the rubber injection moulding process with regard to quality problems (as done in preceding projects), it will furthermore allow the QCS to autonomously react to external disturbances and optimize the machine settings automatically. ■

Auf einen Blick

Förderung: FFG COMET
Kompetenzzentrenprogramm (PCCL)
Projektpartner: PCCL, MUL-SGK, SKF Group, Engel Austria GmbH, Simcon kunststofftechnische Software GmbH and Dr. Gierth Ingenieurgesellschaft mbH, Woco

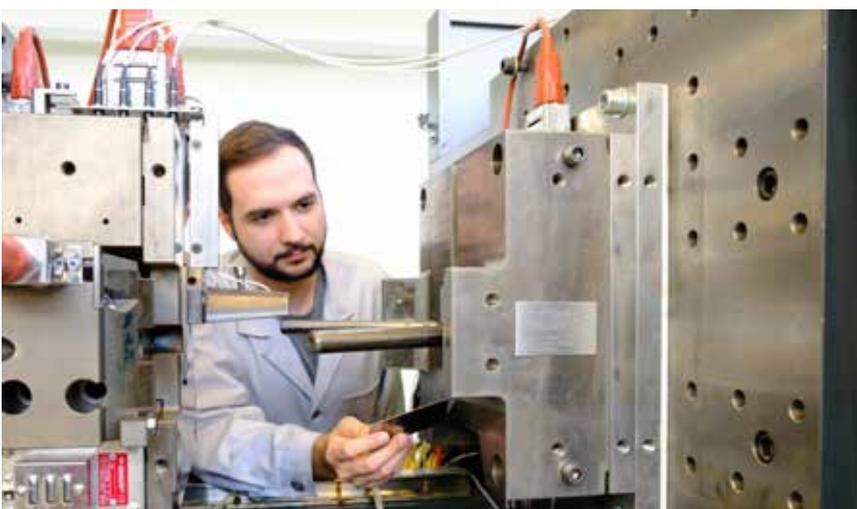
Ansprechpartner



Dipl. Ing. Thomas Hutterer
thomas.hutterer@pccl.at
+43 3842 429 6229



assoz.Prof. Dr. Gerald Berger-Weber
gerald.berger-weber@unilcobn.ac.at
+43 3842 402 2904



NoVoTube - Flexible Fertigung von Hohlkörperprofilen

NoVoTube - flexible manufactured tubular structures

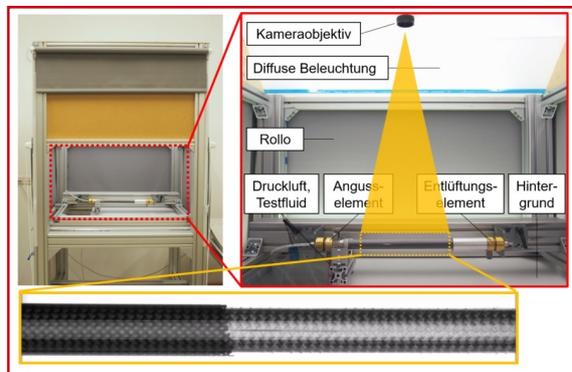
Hohlkörper-Verbundwerkstoff-Bauteile auf Basis von faserverstärkten Kunststoffen lassen sich sehr effizient mittels Schlauchblas-Harzinfiltrationsverfahren (bladder-assisted resin transfer molding - BARTM) herstellen. Der hohe Fließwiderstand der textilen Verstärkungsstruktur begrenzt dabei allerdings die technisch umsetzbare und ökonomische Fertigung, insbesondere bei langen Bauteilen. Dies wird noch kritischer, wenn der Prozess mit einem schnell härtenden oder einem hochviskosen Harz umgesetzt wird. Um diesen prozessinherenten Herausforderungen zu begegnen, wurde im Rahmen des bmvit-geförderten Projektes NoVoTube (FFG Nr. 853453) eine Kaskadeninfiltration beim BARTM untersucht. Der Ansatz verfolgt dabei eine signifikante Reduzierung der wirksamen Fließweglänge und, damit einhergehend, der Füllzeit. Dies konnte durch ein sequenzielles Füllen über mehrere Harzzuflusspunkte entlang der Längsachse des Bauteils erreicht werden.

Bei der Umsetzung haben sich Ringangüsse deutlich vorteilhaft gegenüber Punktangüssen erwiesen. Außerdem konnte durch Entlüftungspunkte an den kaskadierten Ringangüssen das Risiko von Lufteinschlüssen im Bauteil reduziert werden. Für die Realisierung eines vollautomatisierten Kaskaden-Infiltrationsprozesses wurde eine effiziente Prozesskontrolle umgesetzt. Diese ermöglicht ein akkurates Umschalten der einzelnen Infiltrationskaskaden entsprechend dem erreichten Füllzustand. Hierfür wurde eine geeignete Füllfront-

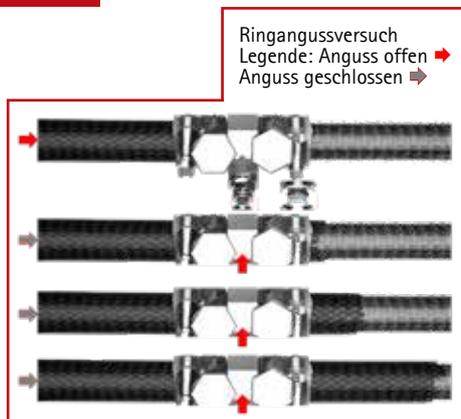
detektion integriert. NIR-Sensorik hat sich dabei als zuverlässige Technik zur Erfassung der Fließfront erwiesen. Darüber hinaus bietet die NIR-Sensorik die Möglichkeit zusätzlich das Mischungsverhältnis Harz/Härter und den Aushärtzustand des Reaktionsharzes zu erfassen. Ein In-line-Qualitätsmonitoring wird damit möglich.

even more critical if fast curing or highly viscous resins are to aimed be used. In order to overcome these process-inherent challenges, a cascade injection procedure for BARTM has been investigated in frame of the BMVIT-funded project NoVoTube (FFG No. 853453). The basic idea of this approach has been to considerably reduce flow lengths and thus total filling times. This has been accomplished by a sequential filling of the part based on two or more injection points, which are located along the major axis of the part.

A ring gate has been proven to be beneficial in contrast to a point gate, while the use of a venting line at the cascade injection point minimizes the risk of air entrapments in the laminate. To realize a fully automated cascade injection procedure, an efficient process control has been implemented to enable an accurate switching of the individual injection cascades with respect to the changing filling state by using dedicated fluid detection sensors. NIR sensing technique has been identified to offer the required flow front detection capabilities. Additionally, the NIR sensing technique allows to monitor the resin/hardener mixing ratio and the resin curing and thus enables in-line quality monitoring. ■



Permeameter-Anlage



Hollow composite parts based on fiber reinforced plastics can be efficiently produced through bladder-assisted resin transfer molding (BARTM). The flow resistance of the textile reinforcements, however, limits the technical and economical manufacturability particularly for long composite structures, which is



Auf einen Blick

Förderung: bmvit Programm „Produktion der Zukunft“ administriert durch die FFG

Projektpartner: Thöni Industriebetriebe GmbH, superTEX composites GmbH, Research Center for Non Destructive Testing GmbH

Ansprechpartner



Univ.-Prof. Dr. Ralf Schledjewski
ralf.schledjewski@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2701

InQCIM

Inline and online Quality Control in Injection Molding

Das Projekt InQCIM adressiert eine flexible Produktion von Kunststoffbauteilen ohne Qualitätsverlust und verfolgt dabei mit einem „intelligenten Spritzgießwerkzeug“ einen neuen, interdisziplinären Lösungsansatz.

Das intelligente Spritzgießwerkzeug (iSGW) soll als Cyber Physical System vollintegriert in die Fertigungszelle selbstständig die Bauteilqualität überwachen sowie in situ und automatisch auf äußere Störungen und (innere) Prozessschwankungen reagieren können.

Dazu benötigt das iSGW:

- Neue, robuste Körperschall-Sensoren für die umfassende Zustandsüberwachung im Spritzgießwerkzeug.
- Eine optische Vollinspektion der Bauteilqualität direkt in der Produktionszelle.
- Neue und umfassende OPC/UA Informationsmodelle für Spritzgießmaschinen, Spritzgießwerkzeuge und Peripherie. Implementierung als bidirektionale OPC/UA Schnittstelle Spritzgießmaschine - Qualitätsregler - Spritzgießwerkzeug.
- Ein neues Machine Learning basiertes FDC-System (Fault Detection and Classification)
- Einen integrierten, adaptiven und intelligenten Qualitätsregler mit der Fähigkeit zur automatischen und gezielten Reaktion auf Qualitätsabweichungen während der Produktion.
- Eine moderne, vernetzte Spritzgießfertigungszelle.

Intelligente Spritzgießwerkzeuge werden langfristig den österreichischen und europäischen Spritzgießern ermöglichen, die Qualität ihrer Produkte weiter zu steigern und mit einer konstant hohen Qualität ihre Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Mitbewerbern aus Fernost zu erhalten.

The digitalized production will dramatically change the value-chain of most industrial producers. Industry 4.0 key technologies, for instance, the internet of things, IPv6 and OPC/UA, cloud services, big data and artificial intelligence, virtual technologies and intelligent sensors and actuators shall enable western manufacturers to remain competitive in the global economy. Key objectives are raising efficiency and flexibility of production processes as well as improving the performance and the quality of products. Our vision is to ameliorate the performance of industrial manufacturing processes, in terms of part quality as well as process flexibility, efficiency, reliability, and output.

Therefore, the research project InQCIM addresses a new interdisciplinary approach for manufacturing plastics parts: The intelligent injection mould becoming a cyber physical system.

The injection mould as a CPS will enable a long-term constant, disturbance-insensitive, and machine-variation-insensitive part quality. Shot-for-shot, it will

monitor and control the spatio-temporal process state of the polymer in the cavity while filling and cooling phase. To be able to react case-sensitive and in-situ on disturbances and process variations, the intelligent mould needs additionally:

- Robust networked (mold-integrated, solid-bourne sound, and ambience) sensors as well as inline machine vision systems to online monitor the part quality.
- OPC-UA communication models and bidirectional interfaces to all manufacturing cell components.
- Machine-learning-based Fault Detection and Classification (FDC) systems.
- A (mold- or machine-) integrated, self-intelligent adaptive closed loop control system that steers the machine and auxiliary equipment settings.
- A modern networked injection moulding machine cell (as actuator). ■

Auf einen Blick

Projektpartner: SGK (Leitung), TU Wien (Institut für Fertigungstechnik und Hochleistungslasertechnik), PCCL, Wittmann Battenfeld GmbH, Miraplast Kunststoffverarbeitings GmbH, MAHLE Filtersysteme Austria GmbH, Julius Blum GmbH, Automobilzulieferer (anonym)

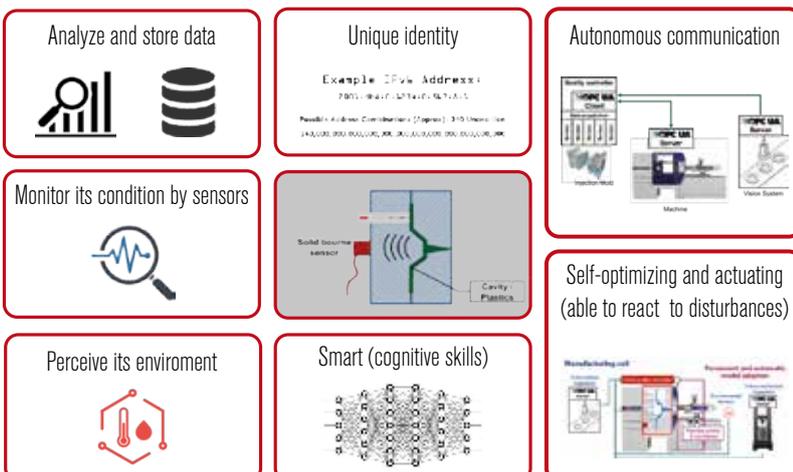
Ansprechpartner



assoZ.Prof. Dr. Gerald Berger-Weber
gerald.berger-weber@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2904



Priv.-Doz. Dr. Dieter P. Gruber
dieter.gruber@pccl.at
+43 3842 429 6228



Forschungsschwerpunkt LEICHTBAU

Research objective LIGHTWEIGHT COMPONENTS

Am Department Kunststofftechnik der Montanuniversität Leoben hat sich seit der Etablierung der Studienrichtung im Jahre 1970 der Forschungsschwerpunkt Leichtbau kontinuierlich aufgebaut. Dabei haben sich die Forschungsaktivitäten stets auf die vielseitigen Eigenschaften der polymeren Werkstoffe selbst als auch Aspekte von deren Verarbeitung und Konstruktion konzentriert.

Im Lauf der Jahrzehnte haben sich die Forschungsaspekte an die jeweils geänderten Anforderungen aus der Industrie wie auch der ökonomischen, ökologischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen orientiert. In diesem Zusammenhang umfassen aktuelle Forschungsaktivitäten beispielsweise

- die Entwicklung von hochgefüllten Polymeren für die additive Fertigung von Implantaten in der Medizintechnik,
- die Etablierung von innovativen Methoden zur experimentellen Lebensdauerbestimmung und -vorhersage von Kunststoffbauteilen,



- die Modell-basierte Beschreibung der maßgeblichen Mechanismen in der Herstellung von Hochleistungsbau-teilen aus Faser-verstärkten polymeren Verbundwerkstoffen für die Luftfahrt oder
- auch die Entwicklung von neuartigen Konzepten zum Gestalt-, Last- und Werkstoff-optimierten Design von Bauteilen aus Kunststoffen und polymeren Verbundwerkstoffen.

Die auf den nachfolgenden Seiten dieses 2-Jahresberichts dargestellten Projektbeispiele sollen einen Überblick über die vielschichtigen Aspekte der



Forschungsaktivitäten im Department Kunststofftechnik zum Schwerpunkt Leichtbau geben.

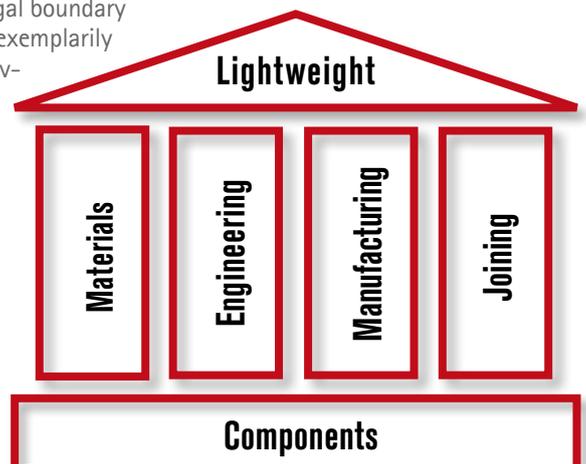
At Montanuniversität Leoben, the Department Polymer Engineering and Science established a research focus on lightweight components beginning with the founding of the study program 1970. Since that time, research activities have focussed on the huge variety of properties of polymer materials as well as aspects of processing and design.

Over the decades, research aspects have always been oriented on current requirements from the industry as well as economic, ecological and legal boundary conditions. In this context, exemplarily chosen current research activities cover

- the development of highly filled polymers for additive manufacturing of medical implants,
- the establishment of innovative methods for the experimental characterization as well as prediction of fatigue properties of polymer components,

- the model-based description of the driving mechanisms for processing of high-performance aviation components made of fibre-reinforced polymer composites or
- the development of novel concepts for the shape-, load- and material-optimized design of polymer and polymer composite components.

On the following pages of this biannual report, a number of project examples is provided with the aim to give an overview over the wide variety of research activities on aspects of lightweight components in the Department Polymer Engineering and Science. ■



Intrinsische Hybrid-Verbund Fertigung als Zukunftstechnologie

Intrinsic Hybrid-Composite Manufacturing as Future Technology

Der Begriff „Hybride Werkstoffkombination“ stellt seit einigen Jahren verschiedene Forschungsdisziplinen vor Herausforderungen. Nichtsdestotrotz scheinen die Möglichkeiten, die sich durch solche Materialkombinationen im Hinblick auf Werkstoffeigenschaften erzielen lassen, grenzenlos. Besonders in der Verarbeitung tun sich hierbei aber bisher unbekanntere Fragestellungen auf: Wie kann ein Interface der beiden Werkstoffe in einer ausreichenden Güte hergestellt werden? Wodurch kann eine wirtschaftliche Fertigung gewährleistet werden? Im Projekt „HybridRTM“ sollten genau diese Fragen beantwortet werden.

Als Ziel wurde die Entwicklung eines einstufigen Fertigungsverfahrens definiert, welches die Herstellung eines aus Carbon Faser verstärktem Kunststoff (CFK) und Stahl gefertigten Hybridverbund ermöglicht. Das Ergebnis ist das **One-Shot-Hybrid Resin Transfer Moulding (OSH-RTM) Verfahren**. Dabei wird das zur Herstellung des CFK Werkstoffs notwendige Epoxidharz gleichzeitig als Matrixwerkstoff und auch als Klebstoff für die Stahlkomponente verwendet. Diese Integration des Klebprozesses in die Bauteilherstellung reduziert die im herkömmlichen Herstellungsverfahren nötigen Arbeitsschritte (Bauteilfertigung und anschließendes Verkleben) und ermöglicht somit eine Effizienzsteigerung.

Als Beispiel wird in der Abbildung die Fertigung eines Dachspriegels mit Stahlanbindungspunkten für das verschweißen mit der restlichen Fahrzeugkarosserie gezeigt. Durch die Verwendung eines Schaumkerns kann das Gewicht des Bauteils, trotz hoher Steifigkeitswerte, gering gehalten werden. Mithilfe einer

modellbasierten Prozessüberwachung und Regelung konnte außerdem eine gleichbleibend hohe Qualität der Bauteile gewährleistet werden.

The context of the words „Hybrid Material Combination“ is forcing challenges to researchers of different fields along

but also acts as an adhesive towards the steel component. The integration of this gluing step into the manufacturing of the whole part reduces labour and time compared to the standard procedure, the components are produced and glued together in two single steps. This is advantageous regarding the economical point of view.

As an example, the picture shows the



the last years. Nevertheless, the possibilities, which are reachable regarding the material properties of such material combinations, seem to be limitless. Especially processing of such hybrids raise unknown questions: How to create a good quality interface between the different materials and how to ensure an economically processing of the components? The aim to find answers to these and other questions built the starting point of the Project "HybridRTM".

The final target of the project was to develop a single step process, which is able to produce hybrid carbon fibre reinforced plastic (CFRP) steel components. Therefore, the One-Shot-Hybrid Resin Transfer Moulding (OSH-RTM) process was developed. The epoxy resin, which is needed to produce the CFRP component is not only used as a matrix

manufacturing of a roof bar for a car. It contains two hybrid areas with steel, which can be used to weld it to the rest of the vehicle body. A foam core was used for the component, which keeps the part light but also rigid. To ensure high quality parts a model based process monitoring and controlling concept was used. ■

Auf einen Blick

Förderung: bmvit Programm „Produktion der Zukunft“ administriert durch die FFG
Projektpartner: Alpex Technology GmbH, Austrian Institute of Technology GmbH, SGL Composites GmbH, bto-Epoxy GmbH

Ansprechpartner



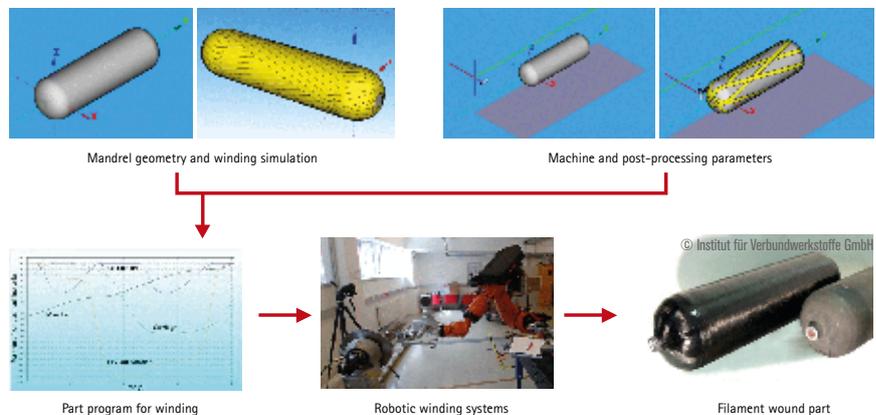
Dipl. Ing. Patrick Hergan
 patrick.hergan@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2715



Christian Doppler Labor – Hocheffizientes Wickeln

Christian Doppler Laboratory - Highly Efficient Winding

Das CDL für Hocheffiziente Composite Verarbeitung zielt darauf ab, grundlegendes Verständnis für die Fertigungsverfahren von hochqualitativen Luftfahrtbauteilen aus Verbundwerkstoffen zu entwickeln. Einer dieser Prozesse ist das (Faser-) Wickeln, ein sehr energie- und kosteneffizienter, automatisierter Prozess. Wickeln ist bereits ein etabliertes Verfahren in der Composite-Verarbeitung. Dennoch können mit dem großseriellen Einsatz von Robotik und modernsten digitalen Fertigungsmethoden noch mehr Möglichkeiten eröffnet werden.



Im CDL wird das relativ neue, innovative Verfahren des trockenen Wickeln von Faserbündeln (Rovings) und unidirektionalen Tapes erforscht. Dieser Prozess hat großes Potenzial, ein vollautomatisierter Teil einer Prozesskette zu werden, deren Ziel es ist, die teure und zeitintensive Fertigung in einem Autoklaven zu ersetzen („out of autoclave“). Die wesentlichen Fragestellungen sind: Können vorgeformte Halbzeuge (Preforms), die im Nachgang flüssig imprägniert werden, durch Wickeln von trockenen Fasern hergestellt werden? Können bestehende Wickelanlagen so weiterentwickelt werden, dass sie für das Hochgeschwindigkeitswickeln verschiedener Materialien geeignet sind?

Um die grundlegenden Aspekte des Prozesses zu untersuchen, wird derzeit eine multifunktionale Roboterzelle entwickelt. Das flexible Design des Roboterkopfes ermöglicht dabei, neben dem Wickeln von Rovings, auch das diskontinuierliche Ablegen von vorimprägnierten Halbzeugen. Untersucht werden die Prozesseigenschaften sowie der Einfluss des Fertigungsverfahrens auf die Materialeigenschaften und Prozessparameter. Ziel ist es, Informationen zu verschiedenen Schritten der Prozesskette zu erhalten und die Prozessgrenzen besser zu verstehen. Die Hauptherausforderungen sind: Wickeln komplexer Strukturen ohne Abrutschen der Faser, Vermeidung von Faserschäden aufgrund zu hoher Fadenspannung, das Imprägnieren der gewickelten Preform und die Steuerung verschiedener voneinander abhängiger Prozessparameter. Letztendlich geht es um die Erarbeitung einer fundierten

Wissensbasis für diese Technik, die sich von der virtuellen Fertigung bis zur vollständigen Beherrschung des realen Prozesses erstreckt.

Der Autor dankt dem BMDW sowie der FACC Operations GmbH als Partner des CDL für die Finanzierung der durchgeführten Forschung. Sein Dank gilt darüber hinaus der CDG für die Betreuung.

The CDL for Highly Efficient Composite Processing aims to develop fundamental understanding of advanced composite processes to manufacture high quality aerospace components. One such process is filament winding (FW) which is a highly energy and cost efficient automated process. Although, FW is a well-established process in composite processing but with the large-scale use of robotics and latest digital manufacturing much more seems possible. In frame of CDL, a relatively new technique i.e., winding of dry rovings and unidirectional tape is under investigation. This process possesses a great potential to be a fully automated part of an Out of Autoclave composite manufacturing process chain.

The key questions are: can preforms be manufactured by winding dry fibre that can be later impregnated through liquid composite moulding processes and can winding systems be developed in a way that they can be adapted to high speed laying of different material forms? To study the fundamental aspects of the process, a multi material laying robotic cell is under development. The design of robotic head is flexible and adapted to fibre placement as well.

The aim is to understand the process property relationship and effects of manufacturing on the material condition and process parameters. The goal is to obtain information at different steps of the process chain and understand the limitations of the process. The main challenges are winding without fibre slippage, fibre damage due to high tension, impregnating wound preforms and controlling various interdependent process parameters. At the end, we want to develop a sound knowledge base for this technique, which ranges from virtual manufacturing to having a better understanding of the process.

The financial support by the Austrian Federal Ministry for DIGITAL and ECONOMIC AFFAIRS is gratefully acknowledged. Furthermore, the financial support of the CDL by the FACC Operations GmbH is kindly acknowledged. ■

Auf einen Blick

Förderung: BMDW
Betreuung: CDG
Projektpartner: FACC Operations GmbH

Ansprechpartner



Tasdeeq Sofi, master
 tasdeeq.sofi@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2703

Endlosfaser verstärkte Composites: eine Ermüdungsanalyse

Continuous fibre reinforced composites: a fatigue analysis

Aufgrund der hohen spezifischen Festigkeit und des geringen spezifischen Gewichtes sind endlosfaserverstärkte Polymere als Ersatz für Metalle mehr und mehr auf dem Vormarsch. Die verfügbaren Materialdaten dieser Werkstoffklasse beschränken sich aber meistens auf quasi-statische Kennwerte, wie der elastische Modul oder die Festigkeit. Für die Auslegung von dynamisch-zyklisch belasteten Bauteilen ist die Kenntnis der lokalen Wöhlerlinien (S/N-Kurven) der Materialien Voraussetzung, die wesentlich von bauteilspezifischen Aspekten, wie Faserorientierung, Lastart, Mittelspannung, Temperatur, etc., beeinflusst werden. Für die Vorhersage der Lebensdauer von zyklisch belasteten Bauteilen wurde eine Methode entwickelt, die obige Parameter aber auch typische Versagensmechanismen in dieser Werkstoffklasse, wie Faserbruch, Zwischenfaserbruch oder Delamination, in den Berechnungen berücksichtigt. Bei der Analyse der Strukturspannungen über Finite Elemente Methoden wird das lokale orthotrope Materialverhalten der einzelnen Laminatlagen miteinbezogen.



Fatigue failure of a quasi-isotropic laminate

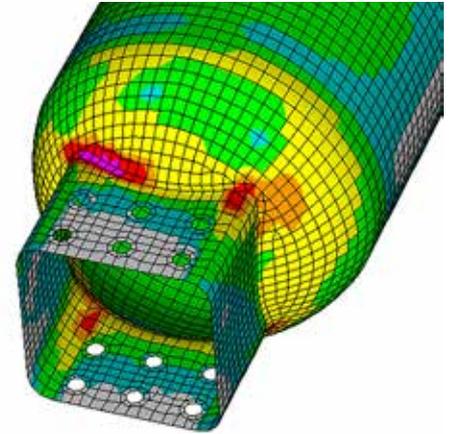
Obwohl die Charakterisierung des Ermüdungsverhaltens von kontinuierlich faserverstärkten Polymeren komplex ist und eine Vielzahl von Prüfungen notwendig sind, um die wesentlichen Einflussparameter zu erfassen, ist es gelungen unter Berücksichtigung eines für zyklische Lasten modifizierten Puck-Kriteriums eine Hypothese für die Vorhersage der Betriebsfestigkeit von orthotropen Composites aufzustellen und in eine existierende Software (FEMFAT®) zu implementieren. Die Methodik ist auch für Lastkollektive und multi-axiale Lasten anwendbar. Erste Ergebnisse an Bauteilen unterstreichen das Potenzial der Methodik, zeigen aber auch Limitationen auf, die in der Zukunft bearbeitet werden müssen.

The usage of continuously carbon fibre reinforced polymers (FRP) instead of metals seems self-evident in many cases because of their high specific strength and the low specific weight. The available material-data of this material group from data-sheets are mostly static values like tensile strength and fracture elongation.

For the dimensioning of dynamically loaded components concerning the fatigue life, the knowledge of the local S/N-curve is necessary. These local S/N-curves, determined by the material, are essentially influenced by component specific effects, such as fibre orientation, type of loading, mean stress, temperature, production process and many more. For fatigue life prediction an assessment method was established, which takes into account the fibre orientation and considers different types of failure mechanisms like fibre fracture, inter fibre fracture and delamination. As input data, structural stresses are needed analysed by the Finite Element Method, where the local orthotropic material behaviour for each ply has been considered.

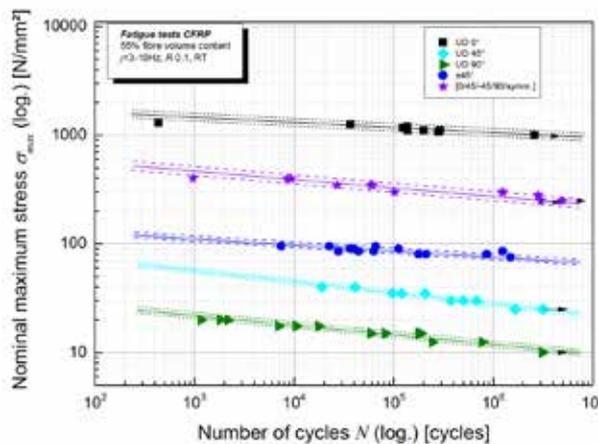
Although, the fatigue behaviour of continuous fibre reinforced plastics is rather complex and a lot of tests on specimens are necessary to quantify the most important influence factors, a hypothesis for fatigue life prediction of orthotropic carbon fibre reinforced materials has been derived. It is based on the well-known static failure criterion of Puck, implemented into a standard fatigue software tool (FEMFAT®) and verified so far with component tests. The hypothesis is applicable even for general random-like and multi-axial loads.

Damage simulation in continuously fibre reinforced polymers



For the dimensioning of dynamically loaded components concerning the fatigue life, the knowledge of the local S/N-curve is necessary. These local S/N-curves, determined by the material, are essentially influenced by component specific effects, such as fibre orientation, type of loading, mean stress, temperature, production process and many more. For fatigue life prediction an assessment method was established, which takes into account the fibre orientation and considers different types of failure mechanisms like fibre fracture, inter fibre fracture and delamination.

Although, the fatigue behaviour of continuous fibre reinforced plastics is rather complex and a lot of tests on specimens are necessary to quantify the most important influence factors, a hypothesis for fatigue life prediction of orthotropic carbon fibre reinforced materials has been derived. It is based on the well-known static failure criterion of Puck, implemented into a standard fatigue software tool (FEMFAT®) and verified so far with component tests. The hypothesis is applicable even for general random-like and multi-axial loads.



Effect of fibre orientation on fatigue life

Auf einen Blick

Projektpartner: Magna Powertrain, Engineering Center Steyr

Ansprechpartner



Univ.-Prof. Dr. Gerald Pinter
gerald.pinter@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2101

HieroComp

Funktionelle, hierarchische Verbundwerkstoffe für Strukturanwendungen

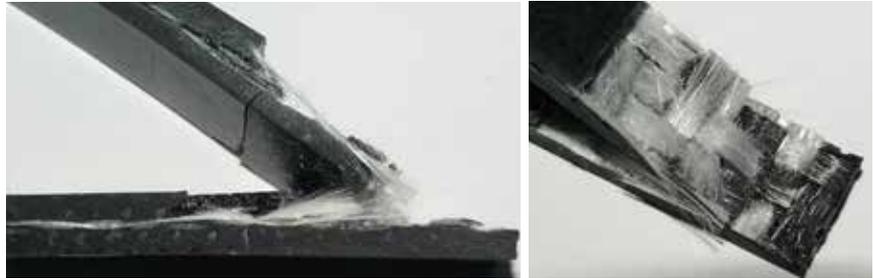
Functional hierarchical composites for structural applications

Dieses Projekt zielt auf die Entwicklung, Charakterisierung und technologische Umsetzung einer neuen Klasse von Verbundwerkstoffen (funktionelle, hierarchische Verbundwerkstoffe für Strukturanwendungen) ab. Diese neuen Werkstoffe besitzen auf allen Größenebenen (Mikro- und Nanoskala) einstellbare Strukturparameter. Dadurch können auf einfache Weise Materialien entwickelt werden, die verbesserte mechanische Eigenschaften aufweisen. Zusätzlich wird durch nanoskalige Struktur eine Überwachung von Bauteilen während ihres Betriebes ermöglicht. Als Referenzpunkt für die im Projekt entwickelten Materialien werden epoxidbasierte Faserverbundwerkstoffe herangezogen.

Die Eigenschaften der Matrix werden mit Hilfe von nanoskaligen Füllstoffen folgendermaßen verändert:

- Durch Funktionalisierung der Partikeloberflächen mit reaktiven organischen Gruppen werden kontrollierbare Wechselwirkungen zwischen Partikel und Polymermatrix erzielt. Diese können durch Strahlung eingestellt werden, sodass einerseits Füllstoffe mit schwacher (zur Erhöhung der Zähigkeit) und andererseits mit starker Matrix-Wechselwirkung (Erhöhung der Festigkeit und des Moduls) hergestellt werden können.
- Ein elektrisch leitfähiges Netzwerk bestehend aus leitfähigen Füllstoffen wird in dem Verbund erstellt. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, Schädigungsakkumulationen im Material während des laufenden Betriebes sichtbar zu machen.

Die Integration des entwickelten Materials in die industrielle Produktion wird vorerst auf Prototypen-Ebene durchgeführt, z. B.: Windkraftanlagen (Composite Ltd.) und Anwendungen im automobilen Sektor (SGL Composites GmbH). Ebenso werden



Möglichkeiten geschaffen, spezielle Epoxidharze für weitere Anwendungen (bto-Epoxy GmbH) zu entwickeln.

This project aims to develop, characterize and technologically implement a new class of composite materials: functional, hierarchical composites for structural applications. These materials will have microstructure engineered on multiple scales and will provide enhanced modulus, strength and toughness compared to the equivalent materials in use today. In addition, they will be engineered such that the state of damage will be monitored while in service (structural health monitoring). This feature classifies them as functional materials.

The starting point will be standard epoxy-based fibre composites which are used today in many applications including automotive and aerospace. Therefore the matrix will be modified using nanoscale fillers

- whose functionalisation allows control of the strength of their interface with the matrix. The strength of the interface will be controlled by exposure to UV light or to X-Rays and will be tuneable after the composite is produced. The fillers with weak interfaces are expected to increase the toughness, while those with strong interfaces will compensate for the

potential strength and modulus reduction associated with the presence of weak interfaces. The capability offers new ways to engineer the microstructure of the material for optimal system scale properties.

- whose creating a percolated network of conductive fillers and will be used to monitor damage accumulation while the material is in service.

The integration in production will be performed at the prototype level in specific applications: composites with fibers for wind turbine towers (Composite Ltd.), automotive applications (SGL Composite GmbH) and advanced epoxies for special applications (bto-epoxy GmbH).

Auf einen Blick

Förderung: Transnationale Ausschreibung „M-era-net“ mit österr. u. rumän. Beteiligung; österr. Part: Produktion der Zukunft (FFG)
Projektpartner: bto-epoxy GmbH, University POLITEHNICA of Bucharest, SC COMPOSITE SRL, SGL Composite GmbH

Ansprechpartner



Dipl.-Ing. Dr. Michael Feuchter
 michael.feuchter@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2110

Weitere Infos auf der
 Projektwebsite:
www.hierocomp.at



Kombinierte Struktur- und Materialoptimierung

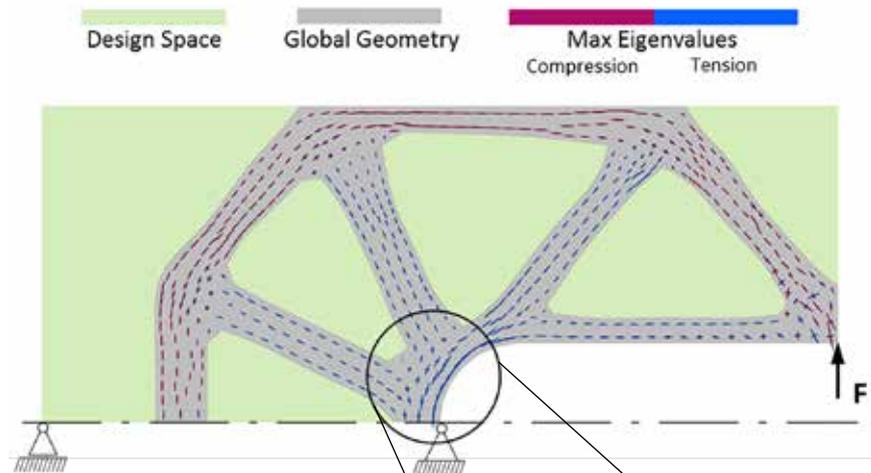
Simultaneous Structural and Material Optimization

In dem stetigen Bestreben, mechanische Strukturen in allen Bereichen der Ingenieurwissenschaften hinsichtlich lastgerechter Konstruktion bei gleichzeitig geringem Gewicht zu optimieren, spielen Verbundstrukturen eine Schlüsselrolle.

Um das Potenzial innovativer Werkstoffe vollständig ausnutzen zu können ist es, entgegen der gegenwärtigen Konstruktionspraxis, notwendig die Optimierung von Struktur und Material gekoppelt zu betrachten. Dies bedingt sowohl die Bestimmung der optimalen räumlichen Verteilung als auch die optimale Ausnutzung des Materials, d. h. Orientierung und Anisotropie des Materialtensors, gesteuert durch die Mikrostruktur (siehe Abbildung).

Mit den gängigen Methoden der, auf numerischer Optimierung basierenden, Strukturoptimierung (Topologie- und Gestaltoptimierung, Dimensionierung) ist dies bislang nicht möglich. Bestehende Ansätze zur Materialoptimierung konzentrieren sich auf das direkte Auffinden physikalisch sinnvoller Lösungen indem eine begrenzte Anzahl vordefinierter Kandidatenwinkel für die Optimierung der Materialorientierung zur Verfügung steht (Discrete Material Optimization), mit der Problematik lokaler Optima. Andere Ansätze, die diese Einschränkung umgehen (Free Material Optimization) stehen vor dem Problem, dass die Optimierung zwar eine theoretisch optimale, jedoch nicht immer physikalisch realisierbare Struktur ergibt.

Ziel ist daher die Entwicklung einer Methode, die basierend auf einer vernünftigen Anzahl von Entwurfsvariablen, eine physikalisch realistische Materialkonfiguration liefert ohne dabei den Designraum unnötig einzuschränken. Dies führt zu effizienteren, leichteren Strukturen, die nicht nur in der Luft- und Raumfahrtindustrie, sondern in vielen Bereichen der Ingenieurwissenschaften Anwendung finden.



In the constant effort of optimizing structures in terms of load-balanced design and extremely lightweight components, composite structures are a key player.

To be able to fully exploit the potential of using innovative materials it is essential to couple structural and material optimization which is contrary to the present design practice. Simultaneous structural and material optimization implies the determination of the optimal spatial distribution as well as the optimal use of the material, i.e. the orientation and anisotropy of the local material tensor which is controlled by the composite microstructure (see Figure).

Up to now simultaneous structural and material optimization is not possible using the standard methods of structural optimization, based on numerical optimization (topology, shape and size optimization). Existing approaches for material optimization focus on directly finding a physically meaningful solution based on a limited number of predefined candidate angles (Discrete Material Optimization), with the risk of local optimum solutions. However, other approaches which avoid the local optimum problem by relaxation of design space (Free Material Optimization) face the problem that the optimization may yield a theoretically optimal structure but not always a physically feasible structure.

The aim of the current work, namely an optimization method which is capable of simultaneous structural and material optimization, opens up the design space as the material can be directly optimized for the functional needs at the structural scale. This leads to more efficient and lighter structures applicable not only to aerospace industry but to many engineering sectors. ■

Ansprechpartner



Dipl.-Ing. Margit Lang
margit.lang@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2503

Forschungsschwerpunkt NACHHALTIGKEIT

Research objective SUSTAINABILITY

Im Zusammenhang mit einer nachhaltigen Entwicklung unserer Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft spielt Ressourceneffizienz, d. h. der sorgsame und effiziente Umgang mit natürlichen Ressourcen und die Vermeidung sozio-ökologischer Negativfolgen des Ressourcenverbrauchs, eine zentrale Rolle.

Kunststoffe tragen in vielen Bereichen unseres Lebens bereits signifikant zu Ressourceneffizienz bei – hervorzuheben sind dabei insbesondere die Bereiche Wohnen (Gebäudedämmung), Transport (Gewichtsreduktion der Fahrzeuge) und intelligente Verpackungen (Haltbarkeit von Lebensmitteln). Aber auch in der regenerativen Energieerzeugung haben Kunststoffe große Bedeutung erlangt: Zahlreiche technologische Verbesserungen und innovative Neu- und Weiterentwicklungen in der Windkrafttechnologie sowie der Solartechnik basieren auf polymeren Werkstoffen. Hinsichtlich ökologischer Eigenschaften (d. h. Energieverbrauch, Emissionen, Umweltverschmutzung und Rezyklierbarkeit) sind Kunststoffe anderen Werkstoffen in vielen Anwendungen überlegen. Kunststoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe, welche sich derzeit mehr und mehr am Markt etablieren, verstärken diesen Aspekt zusätzlich. Eine vermehrte Nutzung bzw. ein weiterer Ausbau des Ressourceneffizienzpotenzials von Kunststoffen erfordern jedoch stetige werkstoffliche Weiterentwicklungen und Innovationen sowie eine effiziente und möglichst dauerhafte Kreislaufführung.

Dahingehend werden in Forschungsarbeiten am Department Kunststofftechnik die folgenden Themen adressiert:

- Innovative Polymerwerkstoffe zur nachhaltigen Energieerzeugung und -speicherung
- Technische Biopolymere und Green Engineering mit polymeren Werkstoffen
- Abfallvermeidung, End-of-life und Recycling-Technologie

Die folgenden Seiten geben einen tiefgehenden Einblick in ausgewählte, aktuelle Arbeiten.



Resource efficiency, which implies the efficient use of natural resources, has become one of the key parameters in the course of a sustainable development of our environment, economy and society.

Polymeric materials already contribute significantly to resource efficiency in many sectors of our lives and industry. Prominent and common polymeric resource savers are efficient building insulations, light-weight vehicle components and intelligent packaging (extended storage life of food). Due to their multifunctionality polymeric materials are also essential for regenerative energy production (e.g. solar-thermal and solar-electrical devices, wind turbines). In terms of overall ecological characteristics (i.e. energy demand, emissions, pollution, recyclability) polymers are superior to other materials for numerous applications.

This aspect is further strengthened by polymers produced from renewable resources which are currently entering the market more and more. However, to further exploit and increase the resource efficiency potential of polymeric materials, a continuous material development and innovation as well as an efficient and stable recirculation are required. In this regard the research at the Department Polymer Engineering and Science is committed to the following key topics:

- Innovative polymers for sustainable energy production and storage
- Technical biopolymers and green engineering with polymeric materials
- Waste prevention, end-of-life scenarios and recycling technology

Selected projects are presented on the following pages. ■



Tex2Mat: neue Aufbereitungsprozesse für Textilabfälle

Tex2Mat: new treatment processes for textile waste

Die gesetzlichen Vorgaben der EU zur Kreislaufwirtschaft stellen die österreichische Textilbranche vor große Herausforderungen, vor allem da Textilien oftmals aus zwei oder mehr Materialien bestehen, was das stoffliche Recycling sehr erschwert. Im Zuge des Projektes Tex2Mat soll für Baumwoll-PET-Mischgewebe ein Trennverfahren basierend auf einem enzymatischen Prozess entwickelt werden. Das beim Prozess gewonnene, reine PET (aus Handtüchern, Hotel- und Krankenhauswäsche) soll so aufbereitet werden, dass es wieder für den Spinnprozess und letztlich für den ursprünglichen Einsatzzweck verwendbar wird.

Dafür wurden die aufbereiteten PET-Fasern im ersten Schritt systematisch analysiert, um festzustellen, inwieweit sich die Materialeigenschaften durch Verar-

Für den Spritzguss geeignet

Weiters sollen PA-Gemenge, die ursprünglich in industriellen Textilien im Einsatz waren, auf ihre Eignung als Material für technische Spritzgießbauteile geprüft werden. Die Anforderungen an die Materialeigenschaften für das Spinnen unterscheiden sich erheblich von denen für das Spritzgießen.

Nach entsprechenden Materialanalysen wurden Spritzgießversuche zur Bestimmung optimaler Einstellparameter durchgeführt. Diese Versuche zeigten, dass das Fasermaterial mit nur kleinen Änderungen der Prozessparameter sich gut spritzgießen lässt. Mechanische Prüfungen haben ergeben, dass zwar E-Modul und Festigkeit die Ansprüche für technischen Bauteile erfüllen, aber die Kerbschlagzähigkeit unter den Erwartungen liegt. Hier sind umfangreiche Versuche im Gange, um dies zu verbessern.

ditives to gain a level where it is again suitable for a spinning process.

Suitable for injection molding

Furthermore PA blends which were originally used in industrial textile are to be tested, if they can be used as a material for technical injection moulding parts. The demands on material properties for spinning differ significantly from that for injection moulding.

After suitable material analysis injection moulding trials were conducted in order to determine optimal processing parameters. These trials showed that the fibre material can be moulded very well with only minor adjustments of the processing parameters. Mechanical testing showed that Young's Modul and breaking strength of the recycled material comply with the demands of technical parts, but notched impact strength is below expectation. Here extensive trials are currently ongoing on order to improve the notched impact strength. ■



Abb. 2: Aus rPET gesponnene Fasern
Fig. 2: Fibers spun from rPET

beitung und Gebrauch im Vergleich zur Neuware verändert haben. Basierend auf diesen Erkenntnissen wird das Material durch eine entsprechende Additivierung oder Rekondensation wieder auf ein Niveau gebracht, von dem aus es versponnen werden kann.

The EU's legal guidelines for circular economy present a great challenge for Austria's textile industry, especially since many textiles are often made from two or more materials which complicates the recycling process. In the course of the project Tex2Mat an enzymatic separation process for a cotton-PET-textile has to be developed.

The PET (from towels, bed sheets, etc.) from this process has to be prepared in a way that it can again be used in a spinning process and finally for the original intended use. For that the PET-fibers were systematically analysed in order to determine how the material properties have changed during processing and usage in relation to virgin material. Based on these results the material is recondensed or compounded with ad-

Auf einen Blick

Förderung: FFG/BMWFW - COIN Programm

Projektpartner: ecoplus.Niederösterreichs Wirtschaftsagentur, Kunststoff-Cluster, TU Wien, BOKU Wien, DI Monika Daucher Engineering, Ing. Gerhard Fildan GmbH, Herka GmbH, Huyck.Wangner Austria GmbH, Multiplast Kunststoffverarbeitung GmbH, Starlinger & Co Gesellschaft m.b.H., Salesianer Miettex GmbH, Thermoplastkreislauf GmbH

Ansprechpartner



Dipl. Ing. Uta Jenull-Halver
uta.jenull-halver@unileoben.ac.at
+43 3842 402 3542

RSBC - Reliable and sustainable composite production for bio-based components

Entwicklung und Verarbeitung biobasierter Faser-Matrix-Verbundwerkstoffe

Bio-basierte Verbundwerkstoffe erfahren in den letzten Jahren ein wachsendes Interesse und etablieren sich in mehr und mehr Marktsegmenten wie beispielsweise der Automobil-, Transport-, Möbel- und Konsumgüterindustrie. Die Kombination aus nachwachsender Verstärkungsfasern auf Pflanzenbasis und bio-basierten Polymeren erlaubt die Herstellung von ökologisch effizienten Verbundbauteilen. Das Eigenschaftsprofil der Faser-Matrix-Verbundmaterialien lässt sich über weite Bereiche gezielt einstellen, was den Werkstoff für eine Vielzahl an Einsatzmöglichkeiten interessant macht.

Im Rahmen des FFG-Projektes RSBC wird die Harzsynthese auf Basis von Pflanzenölen untersucht. Forschungs-

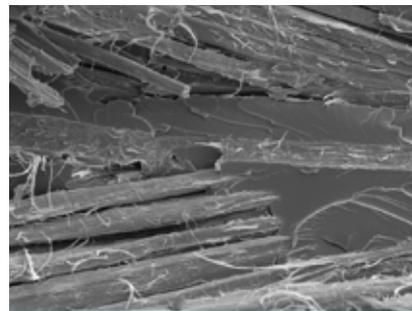
Herstellung von Naturfaser-Kunststoff Verbunden im Flüssigimprägnierprozess: Trockene Flachsfaserverstärkung im Injektionswerkzeug (links); Faser-Matrix-Verbund nach abgeschlossenem Flüssigimprägnierprozess (rechts)



schwerpunkt auf Seiten der MUL ist die systematische Analyse geeigneter Harz-Härter-Mischungen zur Herstellung leistungsfähiger, biobasierter Duromere. Im Flüssigimprägnierprozess werden die Naturfaserverstärkung und der polymere Matrixwerkstoff im Anschluss zum Verbundbauteil verarbeitet. Die Analyse der Materialeigenschaften während der Verarbeitung durch Einsatz unterschiedlicher Sensortechnologien und die Entwicklung einer

geeigneten Methode zur Prozessüberwachung tragen dabei entscheidend zur Sicherstellung einer reproduzierbaren Bauteilqualität und zur zuverlässigen Verarbeitung der bio-basierten Verbundwerkstoffe bei.

Die praktische Umsetzung wird mit der Herstellung einer Verkleidungskomponente für Land- und Baumaschinen erprobt. Der Vergleich der Prozess- und Bauteileigenschaften mit dem dafür standardmäßig verwendeten glasfaserverstärkten Verbundwerkstoff zeigt für diesen Anwendungsfall das Potenzial der eingesetzten biobasierten Materialien. Begleitend zu den Forschungsarbeiten erfolgt die Bewertung unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten im Rahmen einer Ökoeffizienzanalyse.



Rasterelektronenmikroskopie zur Bruchflächenanalyse des Naturfaser-Composites

Bio-based composites have attracted growing interest in recent years. They are establishing in more and more industrial sectors like the automotive, transport, furniture and consumer goods industry. The combination of renewable plant-based fibers and bio-based polymers allow the manufacturing of environmentally efficient fibre reinforced polymer composites. The mechanical

properties of these composite materials can be adjusted within a wide

© Liebherr



Projektdemonstrator für Material- und Prozessentwicklungen: Liebherr L576 Radlader-Heckklappe

range, making them attractive for an abundance of possible applications.

In the framework of the FFG project RSBC the synthesis of plant oil based thermoset resin systems is investigated. One research focus at MUL is the systematic analysis of optimized formulations of bio-based resins and hardeners to gain thermoset polymers with highest performance. Using methods of Liquid Composite Manufacturing the thermoset resin systems and natural fibre reinforcements are processed to composite parts. The analysis of the material

properties during processing and the development of a sensor-based process monitoring contributes significantly to a reliable manufacturing of bio-based composite parts.

The practical implementation is carried out by manufacturing a trim part for construction machinery, which originally is made out of glass fibre reinforced polyester resin. The comparison of the processing and part properties shows the potential of the applied bio-based composite for this application. The research activities are accompanied by a Life Cycle Assessment regarding economical and ecological aspects of the materials and processing. ■

Auf einen Blick

Förderung: bmvit - FTI-Programm: „Produktion der Zukunft“ der FFG
 Projektpartner: Jaksche Kunststofftechnik GmbH, Kompetenzzentrum Holz GmbH, bto-epoxy GmbH, R&D Consulting GmbH, Kästle GmbH

Ansprechpartner

Yannick Blöbl, MSc
 yannick.bloessl@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2723

Optimierung von Polyolefinschäumen

Improvement of polyolefin foams

Geschäumte Kunststoffe findet man heutzutage in vielen Bereichen des Alltags, angefangen von Verpackungen bis hin zu Sport- und Freizeitartikeln. Durch das Schäumen von Kunststoffen kann ein Werkstoff mit ganz speziellen Merkmalen erzeugt werden: neben Gewichts- und Kostenreduktion können zum Beispiel Eigenschaften wie hoher elektrischer Widerstand, geringe Wärmeleitfähigkeit und hohe Schalldämpfung erzielt werden. Diese Eigenschaften werden vor allem durch die Schaumstruktur beeinflusst. So erreicht man zum Beispiel durch eine erhöhte Anzahl an Schaumzellen eine verbesserte Dämmwirkung. Jedoch führt diese hohe Anzahl zu einer Verringerung des Polymeranteils, welcher für die mechanische Stabilität verantwortlich ist. Durch die Vernetzung von Polymerketten kann sowohl die Stabilität verbessert als auch das Einsatzgebiet von Kunststoffen zu höheren Temperaturen verschoben werden.

Die Herstellung von extrudierten Polymerschäumen erfolgt durch das Einbringen von Gas in die Polymer-schmelze. Die Zugabe des Gases kann auf unterschiedliche Arten erfolgen, zum Beispiel durch die Verwendung von physikalischen Treibmitteln (z. B. Kohlenstoffdioxid). Bei dieser Art des Schäumens wird das Gas direkt in den Zylinder des Extruders eingespritzt. Jedoch wird hier zusätzlich ein Nukleierungsmittel für die Bildung der Gaszellen benötigt.

Die Idee des Projektes MULTIFOAMREX ist es, ein in der Kunststoffindustrie ty-

pisches Nukleierungsmittel chemisch zu modifizieren. Durch diese Modifizierung soll der Füllstoff während des Schaumprozesses sowohl die Bildung der Zellen als auch die Vernetzung zwischen den einzelnen Polymerketten unterstützen. Ziel ist es die Schaumstruktur von Polyolefinschäumen zu verbessern und gleichzeitig ein stabileres Schaumprodukt zu entwickeln.

Nowadays, foamed plastics can be found in all areas of the daily life. From packaging to sports and leisure articles. By foaming plastics, a material with very special properties can be produced. In addition to weight and cost reduction, properties such as high electrical resistance, low thermal conductivity and high sound absorption can be achieved. These properties are mainly influenced by the foam structure. For example, an increased number of foam cells leads to an improved insulating effect. However, the high number leads to a reduction of the polymer content, which is responsible for the mechanical stability. By cross-linking polymer chains, the stability can be improved and the application area of plastics can be shifted to higher temperatures.

Extruded polymer foams are produced by introducing gas into the polymer melt. The addition of the gas can take place in different ways, for example by using physical blowing agents (e.g. carbon dioxide). In this type of foaming, the gas is injected directly into the extruder cylinder. However, an additional nucleating agent is required for the formation of the gas cells.

The idea of the project MULTIFOAMREX is the chemical modification of a typical nucleating agent in plastics industry. Through this modification, the filler should support



Ziel des Projektes MULTIFOAMREX ist die Modifizierung eines Nukleierungsmittels

both the formation of the cells during the foaming process and cross-linking between the individual polymer chains. The aim is to improve the foam structure of polyolefin foams and at the same time to develop a more stable foam product. ■

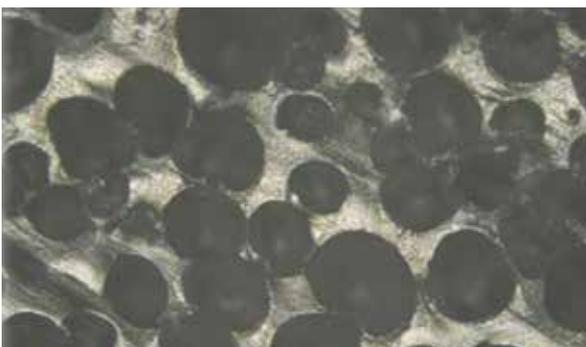
Auf einen Blick

Förderung: FFG
Projektpartner: KC, KV, Steinbacher Dämmstoff GmbH

Ansprechpartner



Dipl.-Ing. Anna Kaltenegger-Uray
 anna.kaltenegger-uray@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2305



Die Schaumstruktur von Polyolefinschäumen unter dem Mikroskop

Ausbildung für innovative Kunststoff- & Hybridbauteile

Education for innovative plastics and hybrid components

Bauteile aus Kunststoffen sind aus dem heutigen Leben nicht mehr wegzudenken. Um im globalen Wettbewerb bestehen zu können, müssen die Bauteilentwickler und -hersteller – viele davon sind KMUs – beständig innovative Lö-

sungen aus Kunststoff- und Hybridbauteilen präsentieren. Dazu müssen sie (bei gleichzeitiger Reduktion der Kosten) Gewichtsreduktion und Miniaturisierung, Steigerung der Funktionalität sowie die Nutzung von Werkstoffkombinationen und neuen Fertigungsverfahren beherrschen.

Sie stehen somit vor der Herausforderung, laufend die vielen Innovationen am Markt und in der Forschung zu verfolgen und rasch in ihre eigenen Produkte zu integrieren, was ohne maßgeschneiderte Ausbildung kaum zu lösen ist. Hier setzte das **Qualifizierungsnetz InKuBa** an.

Die einjährige Ausbildung InKuBa wurde gemeinsam mit allen Projektpartnern und dem KVKL Leoben (siehe auch S. 69) konzipiert und durchgeführt. 41 ExpertInnen aus Industrie und Forschung vermittelten den 27 AusbildungsteilnehmerInnen in 15 Ausbildungstagen Neues aus den Themen Werkstoffe, Oberflächen und Nachhaltigkeit über Systematische Produktentwicklung und Integrative Simulation bis hin zu (neuen) Fertigungsmethoden für Großserien bzw. der additiven Fertigung. Die TeilnehmerInnen mussten das Erlernete in eigenen Unternehmen weitergeben, in praktischen, betriebsrelevanten Fragestellungen unter Begleitung durch Ex-

perInnen der beteiligten Universitäten anwenden und schließlich ihre Erkenntnisse allen Partnern präsentieren.

Der Kompetenznachweis erfolgte durch eine abschließende Prüfung (schriftliche Prüfung, Präsentation und Prüfungsgespräch). Im Anschluss erhielten die TeilnehmerInnen ein Personenzertifikat nach ISO 17024 von der akkreditierten Zertifizierungsstelle SystemCert. Mit diesem Vorgehen konnte nachhaltig Innovationskompetenz in den Unternehmen aufgebaut werden.

atic product development; integrative simulation; manufacturing technologies for mass production; and basics of additive manufacturing.

In the following 6 months, the participants had to transfer this knowledge into their companies and to apply it by solving an industry-relevant problem while being supported by academic experts. Finally, they had to present their results to the others and to prove their competencies by passing a written and oral exam. At the end of the exam day, Systemcert – an accredited certification centre that monitored and certified InKuBa – awarded them a personal certificate (that accords to ISO 17024). In the end, this multi-step training built up a sustainable innovation competence in the companies. ■



Auf einen Blick

Förderung: FFG Forschungskompetenzen für die Wirtschaft
Projektpartner: Lehrstühle des Dept. KT., AMB, Außeninstitut, TU Wien (Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie), Universität Linz (Institut für Polymer-Spritzgießtechnik und Prozessautomatisierung), ANTEMO Anlagen & Teilefertigung GmbH, Oberhumer Klaus und Partner Gesellschaft m.b.H., KSZ GmbH, Schöfer GmbH, Miraplast Kunststoffverarbeitungsgesellschaft m.b.H., Jabil Circuit Austria GmbH, Seletec Plastic Products GmbH & Co.KG, KEBA AG, IB STEINER, PADESIGN/product & automotive design e.U., SWARCO FUTURIT Verkehrssignalsysteme Ges.m.b.H., Joh. Fuchs & Sohn Gesellschaft m.b.H., Wild GmbH, FT-TEC GmbH, Philips Austria GmbH

Ansprechpartner



asso.Prof. Dr. Gerald Berger-Weber
 gerald.berger-weber@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2904

Mechanisches Recycling von technischen Bio-Polymeren

Mechanical recycling of technical bio-polymers

Fachgerechte Recyclingprozesse und -kreisläufe ermöglichen eine dauerhaft optimale Nutzung eines Werkstoffs bzw. den nachhaltigen Umgang mit Rohstoffquellen. Neben der direkten Wiederverwendung von Produkten stellt für polymere Werkstoffe das mechanische Recycling (d. h. die Rückgewinnung des polymeren Materials aus Kunststoffrestmassen inkl. Produktionsabfällen), welches sich durch den weitgehenden Erhalt der polymeren Struktur sowie des gesamten energetischen Materialwerts auszeichnet, eine besonders nachhaltige Verwertungsoption dar.

Technische Biopolymere werden abfalltechnisch bislang noch nicht separat erfasst und damit verwertet, da sie lediglich 1 % des gesamten Kunststoffmarkts ausmachen. Der prognostizierte Zuwachs an Produktionsmengen erfordert aber möglichst zeitnah die Etablierung entsprechender ökologisch und ökonomisch sinnvoller Verwertungswege für technische Biopolymere sowie deren Integration in Abfallstoffströme, wozu umfassende Kenntnisse über die generelle Verwertbarkeit notwendig sind. In einer umfassenden Studie wurde daher die prinzipielle mechanische Rezyklierbarkeit repräsentativer Biopolymere auf Basis nachwachsender Rohstoffe analysiert. Besonderer Fokus lag auf der Identifikation verarbeitungsbedingter Degradationsmechanismen und -zeiten und ihrer Auswirkungen auf die Werkstoffcharakteristik. Wengleich teilweise Bedarf zur Stabilisierung der Materialien insbesondere gegen hydrolytischen Abbau besteht, demonstrieren die Resultate ein prinzipiell hohes Potenzial der untersuchten Biopolymere für mechanisches Recycling. Weiterführende Arbeiten adressieren die Optimierung der Rezy-

klatqualität und die Integration technischer Biopolymere in bestehende Recyclingprozesse.

on the principal recyclability and possible recycling options has to be established. Thus, in a comprehensive study we analysed the mechanical recyclabil-



Mechanisches Recycling ist auch für technische Biopolymere eine ausgezeichnete Option



Intelligent recycling processes and loops enable the prolonged sustainable use of materials and significantly contribute to resource efficiency. Besides the re-use of products, the mechanical recycling (i.e. the retrieval of polymeric material from plastic waste) represents a very sustainable recovery option for polymeric materials. Mechanical recycling allows for preserving the polymeric structure and the material value in terms of feedstock and polymerization energy.

ity of selected, representative biopolymers based on renewable resources in detail. Specific focus was on identifying processing-induced degradation mechanisms and times and their effect on the overall material performance properties. Although some materials require stabilization against hydrolysis, the results generally reveal that mechanical recycling of biopolymers is definitely feasible and reasonable. Future investigations will focus on enhancing the recycle quality and on integrating technical biopolymers in existing recycling processes. ■

Auf einen Blick

Förderung: bmvit/Comet Programm, PCCL-Projekt V-2.S2
Projektpartner: PCCL

Ansprechpartner



Dipl. Ing. Andrea Klein
 andrea.klein@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2130

Kunststofftechnik als Grundlage für die Karriere

“Polymer Engineering and Science” as Basis for the Career

Das Universitätsstudium „Kunststofftechnik“ ist eine hervorragende Grundlage für eine internationale Karriere in Industrie und Wissenschaft. Unsere Lehre und Forschung basiert auf dem sehr erfolgreichen 4-Säulen-Modell:

1. Organische Chemie und Kunststoffchemie
2. Physik, Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe
3. Technologie der Kunststoff- und Verbundwerkstoffverarbeitung
4. Konstruieren und Berechnen von Bauteilen aus Kunst- und Verbundwerkstoffen

Dieses Modell ist ein wichtiger Erfolgs- und Differenzierungsfaktor im Vergleich zu anderen Hochschulen, an denen die Kunststofftechnik zumeist nur eine Vertiefungsrichtung in bestehenden Studienprogrammen wie Chemie, Materialwissenschaften oder Maschinenbau ist. Konsequenterweise spannen wir den Bogen vom Molekül bis zum fertigen Teil. Wir bilden unsere Studierenden von der Chemie bis zum Maschinenbau aus – eine Breite, die kein anderes Studium bietet! Genau diese Breite wird sowohl

von den Studierenden als auch von der Industrie geschätzt. Die Studierenden müssen sich vor Beginn ihrer Karriere nicht spezialisieren. Unternehmen wissen, dass unsere Absolventinnen und Absolventen sehr breit einsetzbar sind und über die notwendigen Grundkompetenzen verfügen, um den gesamten Entwicklungszyklus zu verstehen und so Prozess und Produkte aus unterschiedlichen Perspektiven zu optimieren.

The university study program “Polymer Engineering and Science” is a basis for an international career in industry and academia. Our teaching, as well as research, is based on the highly successful 4-pillar model:

1. Organic Chemistry and Polymer Chemistry
2. Physics, Material Science and Testing of Polymers
3. Technology of Polymer and Composite Processing
4. Design and Calculation of Components Made of Polymer and Composite Materials

This model is an important factor for success and differentiation compared to other universities, where polymer technology is usually only a major in existing study programs like chemistry, material sciences or mechanical engineering.

As a result, we are following the whole process from the molecule to the finished parts. We educate our students from chemistry to mechanical engineering – a width that no other studies offer! It is precisely this width that is appreciated from both the students and the industry. The students do not have to specialize before the beginning of their careers. Companies have the experience that our graduates are very broadly deployable and that they have the necessary basic competences to understand the entire process and thus are able to optimize the process and the products from different point of views. ■

4 Säulen-Modell

4-pillar model



Ergänzungen in Wirtschafts- und Betriebswissenschaften
ecocomics and business administration

Mathematisch-naturwissenschaftliche & technische Grundausbildung
basics in physics, mathematics, computer applications and programming, chemistry and mechanics

English
for polymer engineers



LEHRE & AUSBILDUNG

ACADEMIC TEACHING & EDUCATION



Was die Lehre an der Kunststofftechnik Leoben ausmacht

Why academic teaching in Leoben stands out

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiengangs Kunststofftechnik sind praxisorientierte Ingenieurinnen und Ingenieure und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die sich mit der Entwicklung, Verarbeitung und Anwendung von Kunststoffen in ständig wachsenden Anwendungsbereichen befassen, wobei viele neue Verarbeitungsverfahren oder Verfahrenskombinationen angewendet oder entwickelt werden müssen. Aufgrund des anhaltend starken

gefragt, wofür die Studierenden im Rahmen des Studiums Kunststofftechnik die grundlegenden Kompetenzen und Qualifikationen erwerben.

Die Globalisierung geht selbstverständlich nicht spurlos an der Kunststofftechnik Leoben vorbei und wird von uns als große Chance gesehen. Gerade für unsere Studierenden ist das Erasmus-Programm eine gute Möglichkeit, für ein Semester relativ einfach an einer ausländischen Universität zu studieren oder dort eine wissenschaftliche Arbeit zu schreiben. Unsere Studierenden zieht es dabei nach Göteborg, Barcelona, Straßburg oder noch weiter: Sydney. Andererseits empfangen wir viele ausländische Studierende, welche die Möglichkeiten, die sie hier haben, sehr schätzen und für ihre Abschlussarbeiten im Rahmen von Industrieprojekten unsere Labors nutzen. Die „incoming students“ kommen aus Ländern wie Belgien, Tschechien, Slowenien, Kroatien, Italien, Indien oder China.

and disposal as well as the ecological assessment of the entire life cycle of the products made of these materials are becoming increasingly important.

The graduates are predominantly employed in the plastics processing industry, above all in the construction industry, in the packaging sector, in medical technology, sports equipment, electrical/electronics and automotive industry as well as in aerospace with own technical development departments or production facilities. Furthermore, they work in the application engineering departments of the plastics producing industry and the plastics processing machinery industry. In addition, graduates have a variety of tasks in the field of research and teaching. In all these areas of work multi- and interdisciplinary thinking and action is required; for this the students get the fundamental competencies and qualifications in the course of the study program "Polymer Engineering and Science".

Globalisation does, of course, leave its mark on the Kunststofftechnik Leoben and is seen by us as a great opportunity. For our students especially the Erasmus program is a great possibility to study at a foreign university relatively easily for one semester or to write an academic work there. Our students are attracted by Gothenburg, Barcelona, Strassbourg or even further: Sydney. On the other hand we are receiving a lot of foreign students, who particularly appreciate the possibilities they have here to work for their theses within industrial projects in our labs and to attend our specialised polymer lectures. The "incoming students" come from countries like Belgium, Czech Republic, Slovenia, Croatia, Italy, India or China. ■

Wachstums des Produktionsvolumens von Kunststoffen wird das Tätigkeitsfeld Recycling und Entsorgung sowie die ökologische Bewertung des gesamten Lebenszyklus der aus diesen Werkstoffen hergestellten Produkte immer wichtiger.

Die Absolventinnen und Absolventen sind überwiegend in der kunststoffverarbeitenden Industrie tätig, vor allem in der Bauindustrie, Verpackungsindustrie, Medizintechnik, bei Sportgeräten, Elektro / Elektronik und in der Automobilindustrie sowie in der Luft- und Raumfahrt mit eigenen technischen Entwicklungsabteilungen oder Produktionsstätten. Weiters arbeiten sie in den anwendungstechnischen Abteilungen der kunststofferzeugenden Industrie und der kunststoffverarbeitenden Maschinenindustrie. Darüber hinaus haben die Absolventinnen und Absolventen eine Vielzahl von Aufgaben im Bereich der Forschung und der Lehre. In all diesen Arbeitsbereichen ist multidisziplinäres und interdisziplinäres Denken und Handeln

Graduates of the Master's program in Polymer Engineering and Science are practice-oriented engineers and scientists involved in the development, processing and application of polymer materials in constantly expanding fields of application, whereby many new processing methods or combinations of methods have to be applied or developed. Due to the continuing strong growth in the production volume of polymer materials, the field of activity of recycling



© Montanuniversität | Foto Freisinger



© Montanuniversität | Foto Freisinger

Gemeinsames Studienprogramm mit ECUST Shanghai

Joint study program with ECUST Shanghai

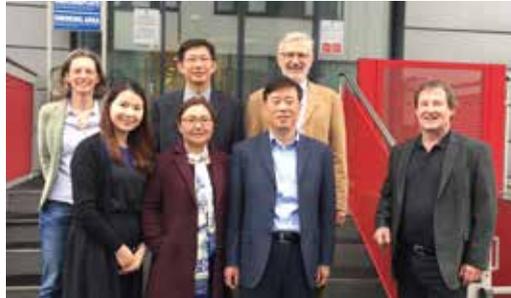
Nach umfangreichen Vorbereitungen wurde im August 2017 das Bachelor-Studienprogramm zwischen der Montanuniversität Leoben und der East China University of Science and Technology (ECUST) in Shanghai durch das Chinesische Bildungsministerium (MoE) offiziell genehmigt. Das Studienprogramm hat im September 2018 an der ECUST begonnen, die ersten Austausch-Studierenden der ECUST werden für das Jahr 2021 in Leoben erwartet.

Das „Undergraduate Education Program in Polymer Science and Engineering“ ermöglicht es Bachelor-Studierenden des Sino-German College der ECUST Shanghai, nach fünf Semestern Studium an der ECUST, für drei Semester an die MUL zu kommen. Die Studierenden erhalten bereits während ihrer Ausbildung in Shanghai intensiven Deutsch-Unterricht, um für das Studium in Leoben bestmöglich vorbereitet zu sein. Die drei Semester in Leoben beinhalten eine vertiefte Sprachausbildung, ausgewählte Lehrveranstaltungen aus Kunststofftechnik sowie die Abfassung einer Bachelorarbeit, die von der ECUST als Abschlussarbeit anerkannt wird.

Austausch fördern

Das Ziel des Studienprogramms ist es, besonders talentierten Studierenden des Sino-German College der ECUST die Möglichkeit zu bieten, als Austauschstudierende (exchange students) die MUL kennenzulernen und ihre Bachelor-Ausbildung im Bereich Kunststofftechnik zu vervollständigen. Die Anzahl der Studierenden, die pro Jahr nach Leoben kommen, ist auf 20 begrenzt; entsprechende sprachliche und fachliche Kenntnisse sind Voraussetzung. Es ist ebenso vorgesehen, dass Leobener Kunststofftechnik-Professoren einzelne Lehrveranstaltungen an der ECUST Shanghai abhalten.

Im September 2018 besuchten Vize- rektor Univ.-Prof. Peter Moser und Univ.-Prof. Wolfgang Kern für mehrere Tage die ECUST in Shanghai. Hierbei wurden die neuen Studierenden feierlich begrüßt, und in einem ausführlichen Vortrag über die MUL und die Studienrichtung Kunststofftechnik in-



Leoben, Mai 2017: Besuch einer hochrangigen Delegation der ECUST zur Ausarbeitung des Curriculums für das Studienprogramm. v. l. n. r.; oben | May 2017: high-ranking delegation of the ECUST in Leoben to develop the curriculum for the study program. f.l.t.r. above: Prof. Clara Schuecker (MUL), Prof. Dr. Tao Chen (ECUST), Prof. Clemens Holzer (MUL); unten/below: Aiai Feng (ECUST), Hua Hu (ECUST), Prof. Dr. Songchao Tang (ECUST), Prof. Wolfgang Kern (MUL).

formiert. Ein weiterer Programmpunkt war eine Besprechung mit dem Vize- rektor der ECUST, Prof. Liu Changsheng. Hierbei wurde eine Erweiterung und Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen den beiden Universitäten vereinbart. Zusätzlich wurde mit mehreren Professoren der ECUST eine detaillierte Abstimmung der Inhalte des gemeinsamen Studienprogrammes vorgenommen. Prof. Moser und Prof. Kern zeigten sich über die herzliche Aufnahme an der ECUST und den Erfolg der Gespräche sehr erfreut.

Following extensive preparations, the Bachelor's degree program between the Montanuniversität Leoben and the East China University of Science and Technology (ECUST) in Shanghai was officially approved by the Chinese Ministry of Education (MoE) in August 2017. The study program began in September 2018 at the ECUST, the first exchange students of the ECUST are expected in 2021 in Leoben.

The „Undergraduate Education Program in Polymer Science and Engineering“ enables undergraduate students of the Sino-German College of ECUST Shanghai, after five semesters of study at the ECUST, to come to the Montanuniversität Leoben for three semesters. During their training in Shanghai, students receive intensive German lessons in order to be optimally prepared for studying in Leoben. The three semesters

September 2018 - ECUST: Vizerektor der MUL, Univ.- Prof. Peter Moser, Univ.- Prof. Wolfgang Kern, Vizerektor der ECUST, Prof. Liu Changsheng



in Leoben include in-depth language training, selected courses in plastics technology and the writing of a bachelor thesis, which is recognized by ECUST as a final thesis.

Promote exchange

The aim of the study program is to offer particularly talented students of the Sino-German College of ECUST the opportunity to get to know the Montanuniversität Leoben as exchange students and to complete their Bachelor's degree in the field of plastics technology. The number of students who come to Leoben every year is limited to 20; appropriate linguistic and technical knowledge are required. It is also envisaged that Leobener plastics technology professors will hold individual courses at ECUST Shanghai.

In September 2018, Vice-Rector Univ.-Prof. Peter Moser and Univ.-Prof. Wolfgang Kern paid a visit to ECUST in Shanghai. Here, the new students were solemnly welcomed, and informed in a detailed lecture about the Montanuniversität Leoben and the field of study Polymer Engineering and Science. Another program item was a discussion with the vice- rector of ECUST, Prof. Liu Changsheng. An extension and intensification of cooperation between the two universities was agreed. In addition, a detailed coordination of the contents of the joint study program was carried out with several ECUST professors. Prof. Moser and Prof. Kern were very pleased about the warm welcome at the ECUST and the success of the talks. ■

Lehrenden- und Studierendenaustausch

Exchange of lecturers and students

Der internationale Austausch von Lehrenden und Studierenden ist eine wichtige Möglichkeit, wertvolle Erfahrungen auszutauschen, Netzwerke aufzubauen und gemeinsame Projekte zu gestalten. Es ist sehr erfreulich, dass diese Möglichkeit von Lehrenden und Studierenden vor allem im Rahmen des Erasmus+ Programmes der EU intensiv wahrgenommen wurde. Ein paar Beispiele:

The international exchange of teachers and students is an important opportunity to exchange valuable experiences, build networks and shape joint projects. It is very pleasing that this opportunity has been intensively realised by teachers and students, especially within the framework of the Erasmus+ programme of the EU. A few examples:

Incoming:

Radoslav Gurá

Slovakia, 11/2016–06/2017

During his work at the Institute he helped with the highly filled systems Horizon 2020, REProMag Grant Agreement 636881, where he compounded steel powders with the binder systems and extruded filaments out of it. He also printed test specimen according to a DOE so that they could be compared to injection moulded specimens

Bojan Podpecan

Faculty of Polymer Technology, Slovenia, 10/2016–01/2017

Erasmus+ programme: Bachelor's thesis on flash DSC measurement and injection molding simulation

Noemie Bauwens

University of Ghent, Belgium, 02–06/2017

Erasmus+ programme: Master's thesis on mechanical recycling of post-consumer PMMA and PC/ABS waste

Chethan Savandaiah, MSc

Tallinn University of Technology, Estonia, 02–07/2017

During his stay in the frame of a traineeship of the Erasmus+ programme he prepared compounds of PP with glass spheres for extrusion based additive manufacturing and published together with staff of the institute the results

Essi Sarlin

Tampere University of Technology, Finland, 04–09/2017

Internship at the PCCL with the research focus aging of Composites

Ivan Raguž

Mechanical engineering faculty Slavonski Brod, Croatia, 07–08/2017, 07–09/2018

During both of his stays at the Institute of Polymer Processing he worked mostly on printing and optimizing the production strategy and also helped to automatize the filament howl off unit

Dr. Federico Rueda & Fabricio Pietrani, BSc

Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina, 02/2018

Cooperation in the field of the deformation and failure behaviour of pipes made of thermoplastics

Gilles van der Schueren

University of Ghent, Belgium, 02–06/2018

Erasmus+ programme: master's thesis on mechanical recycling of thermoplastics coming from electronic parts WEEE

Prof. Dr.-Ing. Martin Moneke

Institute of Plastics Technology at Darmstadt University of Applied Sciences, Germany, 03/2018

Professor Moneke was our guest within the framework of the Erasmus+ programme "Personnel Mobility for Teaching Purposes STA-OUT"

Silvia Agnelli

University Brescia, Italy, March 2018

Cooperation of the department and Dr. Bernd Schritteser (PCCL) in the field of the characterisation of elastomers

Yvonne Thompson and Jorrit Voigt

Friedrich-Alexander-University of Erlangen-Nürnberg, Germany, 05/2018

Improving the cooperation between FAU and our department in the topic of highly filled systems for extrusion based additive manufacturing

Alberto Jesús Cano Aragón

Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, Spain, 05–08/2018

Working on his PhD thesis with lasersintered PA 12

Zygimantas Osinskas

Norwegen, 07–09/2018

IAESTE internship

Juan Naranjo Simarro

Universidad de Castilla-La Mancha, Spain, 07–08/2018

Erasmus+ Student Mobility for Traineeships, EU. He continued with his work from Spain and formulated binder systems for highly filled systems

Eunsu Han

AJOU University, Suwon, South Korea, 09/2018–01/2019

Erasmus+ programme: PhD student, during his stay he worked on the topic „Slit-die Rheometry using an Injection Molding Machine“

Jinsu Gim

AJOU University, Suwon, South Korea, 09/2018–01/2019

Erasmus+ programme: PhD student, during his stay he worked on the topic „Automatic control of Sequence valve gating to minimize gloss defects“

Ahmad Ibrahim Yousef

Germany, 10–11/2018

During his internship in the frame of the project PM-Life EIT/Raw Materials/SGA2018/1 Agreement Nr. 17090 he was introduced into the processing of highly filled metal/polymer or ceramic/metal compounds

Outgoing:

Assoc.Prof. Dr. Thomas Lucyshyn

2017: 4 days lectures as guest professor in the course „Transport Phenomena“ at the Faculty of Polymer Technology, Slovenia

2018: 10 days lectures as guest professor in the course „Transport Phenomena“ at the Faculty of Polymer Technology, Slovenia

Dipl.-Ing. Martin Spörk

10–12/2017 & 03–05/2018

Scholarship of Ghent University Belgium to achieve a joint-PhD between Ghent University and Montanuniversität Leoben under the supervision of Prof. Ludwig Cardon, Head of the Centre for Polymer and Material Technologies of Ghent University. Tasks: 3D-printing activities, XRD-measurements, thermal conductivity measurements, publishing in the framework of the projects NextGen3D and AddManu

Dipl.-Ing. Helena Weingrill

University in Minnesota, USA, 04–08/2018

She worked in the research group of Prof. Sue Mantell and dealt with the mechanical characterization of plastics with increased thermal conductivity

SCHOOL@MUL - Montanuniversität macht Schule

SCHOOL@MUL - schools at Montanuniversität

Mit dem Projekt „SchülerInnen-Uni – Montanuniversität macht Schule“ - kurz SCHOOL@MUL - haben es sich die Montanuniversität, ihre Departments, Institute und Lehrstühle zur Aufgabe gemacht, Kindern und Jugendlichen die Welt der technischen Wissenschaften, vor allem aber natürlich auch die montanistischen Fachbereiche sowie mögliche Berufsfelder, die eine Ausbildung an der Montanuniversität eröffnen, näherzubringen.

Zentrales Ziel des Projektes war es, vielfältige und attraktive Bildungsangebote für Schülerinnen und Schüler der Region Leoben zu entwickeln, das den gesamten Wertschöpfungskreislauf abbildet: von den Rohstoffen zu den Werkstoffen bis zu fertigen Produkten sowie deren Entsorgung bzw. Recycling zu neuen Rohstoffen.

350 Schüler bei Projekttagen

Bei der Erstellung der Konzepte arbeitete man eng mit der Kirchlichen Pädagogischen Hochschule der Diözese Graz-Seckau zusammen. Praktisch umgesetzt wurden sie in Form von Projekttagen, bei denen Schulklassen die Institute und Departments besuch-



ten. Intensive Vor- und Nachbereitungsarbeiten an den Schulen sollten die, während der Projekttag gewonnen, Eindrücke festigen.

Auch das Department Kunststofftechnik hat sich am Projekt beteiligt und begrüßte insgesamt rund 350 Schülerinnen und Schüler. Die Kinder und Jugendlichen durchliefen sechs didaktisch



© Montanuniversität | Foto Freisinger

aufbereitete Stationen, in denen sie unter Anleitung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Departments zum Teil eigenständig Bauteile fertigen und Versuche durchführen durften.

With the project "Pupils' University - Montanuniversität makes school" (SCHOOL@MUL), the Montanuniversität, its Departments, Institutes and Chairs have set themselves the task of teaching children the world of technical sciences, but of course also the montanistic faculties as well as possible professional fields, which open an education at the Montanuniversität.

The central goal of the project was to develop diverse and attractive educational opportunities for pupils in Leoben, which reflects the entire value-added chain: from the raw materials, materials to the finished products and the disposal or recycling to new raw materials.

350 students at project days

The concepts were worked out closely with the Private University College of Teacher Education, Diocese Graz-Seckau (KPH Graz). They were practically implemented as project days, during which

school classes visited the institutes and departments. Intensive preparatory and follow-up work on the schools should consolidate the impressions gained during the project days.

The Department of Polymere Engineering & Science also participated in the project and welcomed more than 300 pupils. The children and adolescents went through six didactically prepared stations, where they were allowed to produce components and perform tests independently under the guidance of department employees. ■

Auf einen Blick

Förderung: FFG, Talente regional
Projektpartner: Kirchliche Pädagogische Hochschule der Diözese Graz-Seckau, AT & S Austria Technologie & Systemtechnik AG, voestalpine Metal Engineering GmbH & Co KG, zahlreiche Volksschulen, Neue Mittelschulen & Allgemeinbildende Höhere Schulen

Ansprechpartner



Tanja Grössing, MA
 tanja.groessing@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2118

Hauptexkursion 2017/2018

Polymer engineering and science field trip 2017/2018

Die Hauptexkursion 2017/2018 wurde vom Lehrstuhl für Chemie der Kunststoffe ausgerichtet und führte vom 20. bis 24. November 2017 zu Firmen nach Bayern, Vorarlberg und Tirol.

In Deutschland standen Besuche bei BMW (München) und Airbus Helicopters (Donauwörth) an. Die Abteilung „Technologie Werkstoff- und Verfahrensanalytik (Nichtmetall)“ der BMW Group bot ein vielseitiges Programm mit Führungen u. a. durch die Abteilungen für Lacktechnologie, Crashtests, zerstörungsfreie Prüfung sowie Batterie- und Zelltechnik. Airbus Helicopters gab Einblicke in Fertigung und Service ziviler und militärischer Helicopter sowie in die Herstellung von Komponenten der Langstrecken-Verkehrsflugzeuge A350 und A380.

Nach den Besuchen bei BMW und Airbus führte der Weg in Richtung Bodensee nach Rankweil zu Hirschmann Automotive und weiter nach Hard zu den Alpla Werken. Die Firma Hirschmann fertigt und assembliert unterschiedlichste Spezialkabel und Steckverbindungen für Automobilhersteller. Besonders bemerkenswert ist die großteils eigene Fertigung von Werkzeugen und Assembliereinrichtungen. In den Alpla Werken beschäftigt man sich neben den Kerntechnologien auf den Gebieten des Extrusionsblasformens und des Spritzstreckblasens mit der Synthese von Polyethylenfuranolat (PEF), einem Kunststoff mit z. T. deutlich besseren Materialeigenschaften als PET.

Der Rückweg nach Leoben führte über Erpfendorf, wo die Firma Steinbacher Dämmstoffe ansässig ist. Dort konnten die Studierenden die Produktion von Isoliermaterial für Fußböden und Decken sowie Rohrisolierungen besichtigen.

Die Exkursionsteilnehmerinnen und -teilnehmer bedanken sich bei allen besuchten Firmen für die gewährte Gastfreundschaft, die sehr gute Betreuung sowie die hochinteressanten Führungen und Diskussionen sowie auch bei den Sponsoren für die Unterstützung. Nicht zuletzt geht unser Dank auch an Ing. Ulrich Busreisen in Kammern, dessen Chauffeur uns pünktlich und sicher an



Teilnehmer der Hauptexkursion 2017/2018 sowie Dr. Markus Battisti und Daniela Wagner (Hirschmann Automotive, links im Bild) und Ing. Josef Ulrich (Ulrich Busreisen, 4. von rechts). Participants of the main excursion 2017/2018 as well as Dr. Markus Battisti and Daniela Wagner (Hirschmann Automotive, left) and Ing. Josef Ulrich (Ulrich Busreisen, 4th from right).

jedes Ziel gebracht hat. Besonders positiv hervorzuheben ist, dass durch die Besuche weiterhin Kontakte zu unseren Absolventen der Kunststofftechnik, die z. T. in den Firmen tätig sind, aktiv gepflegt werden können.

The field trip 2017/2018 was organized by the KC and led from 20 to 24 November 2017 to companies in Bavaria, Vorarlberg and Tyrol.

In Germany, the group visited BMW (Munich) and Airbus Helicopters (Donauwörth). The BMW Group's Materials and Process Analytics (Non-Metal) Technology Department offered a varied program of guided tours through the departments of paint technology, crash tests, non-destructive testing as well as battery and cell technology. Airbus Helicopters provided insights into the manufacturing and service of civilian and military helicopters as well as the production of long-haul aircraft A350 and A380 components.

Following visits to BMW and Airbus, the group continued to Rankweil to visit the Alpla plants. Hirschmann manufactures and assembles a wide variety of special cables and connec-

tors for car manufacturers. Particularly noteworthy is the largely own production of tools and assembly equipment. In addition to the core technologies in the field of extrusion blow molding and injection stretch blow molding, the Alpla plants are engaged in the synthesis of polyethylene furanoate (PEF), a plastic with significantly better material properties than PET.

The way back to Leoben was via Erpfendorf, where the Steinbacher Dämmstoffe company is based. There, the excursionists were able to visit the production of insulating material for floors and ceilings as well as pipe insulation.

The excursion participants would like to thank all visited companies for their hospitality, the very good support as well as the interesting guided tours and discussions and the sponsors for their support. Last but not least, our thanks also go to Ing. Ulrich Busreisen in Kammern, whose driver has brought us punctually and safely to every destination. Particularly positive is that the visits continue to make contacts with our graduates in polymer technology, the are active in the companies, can be maintained actively. ■

Hauptexkursion 2018/2019

Polymer engineering and science field trip 2018/2019

Die Hauptexkursion im Wintersemester 2018/2019 führte vom 22. bis 26. Oktober 2018 nach Spanien – organisiert wurde sie vom Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe.

Die Exkursion startete mit der Besichtigung von Dow Chemical Ibérica in Tarragona, südwestlich von Barcelona, wo die Studierenden eine ausführliche Firmenführung bekamen, bei der sie die gewaltigen Cracker, Polymerisationsanlagen, das hauseigene Technikum für Folienanwendungen mit Extrudern, Blow-Moulding-Anlagen und Prüfständen besichtigten. Bei einem gemeinsamen Abendessen mit Vertretern der Firma bot sich auch noch die Gelegenheit für Networking.

Am nächsten Tag stand die Besichtigung des AITIIP Technology Center in Zaragoza am Programm. Das AITIIP ist auf anwendungsnahe Förder-Projekte fokussiert und beschäftigt sich derzeit beispielsweise mit Biopolymeren für kompostierbare Agrarfolien oder 3D-Druck mit mehreren Komponenten und im ganz großen Stil für Prototypen in Autogröße.

Bei Grupo Antolin in Burgos (Autozulieferer für Interior und Lighting, Fokus auf

Qualität von Optik, Akustik und Haptik) erhielten die Exkursionsteilnehmerinnen und -teilnehmer eine umfassende Firmenführung und durften auch Eigeninitiative zeigen: jeder präsentierte sich selbst, seinen beruflichen Werdegang und seine bisherigen akademischen Arbeiten vor Vertretern der HR-Abteilung.

Die nächste Station der Exkursion war Madrid und die Universidad Rey Juan Carlos – gleich nach der Ankunft erhielten die Studierenden eine Führung durch die Labors des CAT (CENTRO DE APOYO TECNOLÓGICO, Technologiezentrum) und die Bibliothek.

Den Freitagvormittag verbrachte man gemeinsam mit einer Gruppe spanischer Studierender in den Airbus-Werken in Illescas, einem Vorort von Madrid. Dort werden die Tragflächenunterseiten des A350 hergestellt, größtenteils automatisiert und mit höchster Genauigkeit, um Ausschuss zu vermeiden (ein Flügel hat den Materialwert von € 400.000).

The field trip in 2018/2019 took place from 22 to 26 October 2018 in Spain, it was organized by the WPK. The excursion started with a tour of Dow Chemical Ibérica, located in Tarragona, southwest of Barcelona. The students were given a detailed tour of the company, where they visited the enormous crackers and polymerisation plants, the in-house technical center for film applications with extruders, blow-molding plants and test benches. At a joint dinner with company representatives, there was also the opportunity for networking.



Die Studierenden bedanken sich bei allen besuchten Firmen für die gewährte Gastfreundschaft, die sehr gute Betreuung sowie die hochinteressanten Führungen sowie auch bei den Sponsoren für die Unterstützung. The students would like to thank all visited companies for their hospitality, the very good support as well as the interesting guided tours and the sponsors for their support.

The next day, a visit to the AITIIP Technology Center in Zaragoza was on the program. The AITIIP is focused on application-oriented development projects and is currently working on, for example, bio-polymers for compostable agricultural films or 3D printing with multiple components and on a grand scale for prototype car-sized vehicles.

At Grupo Antolin in Burgos (automotive supplier for interior and lighting, focus on quality of appearance, acoustics and haptics), the group received a comprehensive corporate tour and they were allowed to show their own initiative: each presented himself, his professional career and his previous academic work to representatives of the HR department.

The next stop of the excursion was Madrid and the Universidad Rey Juan Carlos – upon arrival, students were given a tour to the CAT (CENTRO DE APOYO TECNOLÓGICO, Technology Center) laboratories and the library.

The excursion participants spent Friday morning, together with a group of Spanish students, at the Airbus plants in Illescas, a suburb of Madrid. There, the huge wing bottoms of the A350 are made, mostly automated and with highest accuracy, to avoid rejects (one wing has the material value of € 400,000). ■



Besondere Highlights: Manche ExkursionsteilnehmerInnen nutzten die Gelegenheit und besuchen ein Heimspiel des FC Barcelona (oben). Und sie erhielten eine Stadtführung durch Madrid von Alberto Jesus Cano Aragon! Alberto verbrachte im Sommer 2018 drei Monate am WPK (unten). Special highlights: Some excursion participants took the opportunity to visit a home match of FC Barcelona (above). And they got a city tour of Madrid by Alberto Jesus Cano Aragon! Alberto spent three months at the WPK (below) in the summer of 2018.

Habilitation von Priv.-Doz. DI Dr.techn. Sandra Schlögl

Habilitation of Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Sandra Schlögl

Sandra Schlögl studierte Chemie an der Technischen Universität Graz, und schloss ihr Studium im Jahr 2006 ab. Ihre Dissertation unter der Leitung von Prof. W. Kern behandelte das Thema „Photochemische Techniken zur Vernetzung von Naturkautschuk- und Isopren-Latex für die Herstellung von allergiefreien Latexartikeln“ (in Kooperation mit Fa. Semperit (AT)). Im Jahr 2008 promovierte Sandra Schlögl an der TU Graz (Dr. techn.).

Ihre berufliche Laufbahn setzte sie am PCCL in Leoben zunächst als Post-Doctoral Researcher, ab 2011 als Senior Researcher, und ab 2017 als Leiterin des Bereichs „Chemie von funktionellen Polymeren“ fort. Seit 2011 hält Frau Dr. Schlögl als Lehrbeauftragte an der MUL (Lehrstuhl für Chemie der Kunststoffe) Vorlesungen / Laborübungen zum Thema Photochemie sowie intelligente und schaltbare Polymermaterialien ab. Im Jahr 2016 folgte ein Forschungsaufenthalt am Politecnico di Torino (IT) bei Prof. Marco Sangermano.

Für ihre wissenschaftliche Leistung erhielt Frau Dr. Schlögl mehrere Auszeichnungen, darunter den Fast Forward Award „Smart Production & Services“ (2015), den Paul Dufour Award (2015) sowie den EARTO Innovation Award „Impact Delivered“ (2016).

In ihrer Habilitationsschrift mit dem Titel „Functional Photopolymers with Permanent and Reversible Crosslinks: Design, Characterization and Application“ befasste sich Sandra Schlögl mit reversiblen Photoreaktionen, die zum Aufbau von Polymer-Netzwerken und zur kontrollierten Spaltung von Vernetzungsbrücken genutzt werden. Mit der reversiblen Dimerisierung von Anthracengruppen konnte z. B. das Konzept des „self-healing“ in Epoxypolymeren realisiert werden. Im Dezember 2017 wurde Frau Dr. Schlögl an der MUL die Lehrbefugnis für das Fach Makromolekulare Chemie verliehen.

Wir gratulieren Frau Dr. Schlögl zu dieser Leistung ganz herzlich !

Sandra Schlögl studied chemistry at Graz University of Technology and graduated in 2006. Her PhD thesis, guided by Prof. W. Kern, dealt with the topic „Photochemical techniques for the crosslinking of natural rubber and isoprene latex for the production of allergy-free latex

For her scientific achievements, Sandra Schlögl has received several awards, including the Fast Forward Award „Smart Production & Services“ (2015), the Paul Dufour Award (2015) and the EARTO Innovation Award „Impact Delivered“ (2016).



Im Dezember 2017 wurde Frau Dr. Schlögl an der MUL die Lehrbefugnis für das Fach Makromolekulare Chemie verliehen.

articles“ (in cooperation with Semperit (AT)). In 2008, Sandra Schlögl obtained her doctorate from Graz University of Technology (Dr. techn.).

She continued her career at PCCL in Leoben, first as a post-doctoral researcher, from 2011 as a senior researcher, and from 2017 as head of the research area „Chemistry of Functional Polymers“. Since 2011, Dr. Schlögl lectures at the MU Leoben (Chair in Chemistry of Polymers) on the topic of photochemistry as well as intelligent and switchable polymer materials. In 2016, she completed a research stay at the Politecnico di Torino (IT) in the group of Prof. Marco Sangermano.

In her habilitation thesis entitled „Functional Photopolymers with Permanent and Reversible Crosslinks: Design, Characterization and Application“, she deals with reversible photoreactions, which are used for the construction of polymer networks and the controlled cleavage of cross-links. With the reversible dimerization of anthracene groups, e.g. the concept of „self-healing“ in epoxy polymers has been realized successfully. In December 2017, the Montanuniversität Leoben awarded Dr. Sandra Schlögl the habilitation („venia docendi“) for the subject Macromolecular Chemistry.

We congratulate to this achievement heartily! ■

Habilitation von assoz.Prof. DI Dr. Katharina Resch-Fauster

Habilitation of assoc.Prof. DI Dr. Katharina Resch-Fauster

Katharina Resch-Fauster hat 2004 das Diplomstudium Kunststofftechnik an der Montanuniversität Leoben mit Auszeichnung und Rektor-Platzer-Ring abgeschlossen. Ihr Doktoratsstudium der montanistischen Wissenschaften schloss sie 2008 ebenfalls mit Auszeichnung ab. Für Ihre Dissertation über Energieanwendungen von Kunststoffen erhielt sie 2009 den Preis der Dr. Maria Schaumayer-Stiftung. 2018 erfolgte die Habilitation für das Fach „Physik der polymeren Werkstoffe“. Ihre Habilitationsschrift befasst sich damit, neuartige und innovative polymere Werkstoffe zur Energieerzeugung, -einsparung und -speicherung zu entwickeln bzw. Potenziale zur Steigerung

tige Forschungsaufenthalte am Center for Composite Materials an der University of Delaware (Newark, USA) sowie am Institut für Verbundwerkstoffe (Kaiserslautern, DE).

Katharina Resch-Fauster hat am Lehrstuhl die Arbeitsgruppe SMART – Sustainable Materials and Recycling Technology initiiert und aufgebaut. Gemeinsam mit ihrem Team befasst sie sich derzeit mit innovativen Polymerwerkstoffen zur regenerativen Energieerzeugung bzw. zur Energiespeicherung, dem Green Engineering mit polymeren

2004. She finished her PhD studies with distinction in 2008. The PhD-thesis on functional polymers for energy applications was awarded with the prize of the Dr. Maria Schaumayer-Stiftung. In 2018 she habilitated and gained the *venia doctendi* in the field of “Polymer Physics”. The habilitation thesis focuses on the development of novel functional polymeric materials for energy production, saving and storage on the one hand. On the other hand potentials to increase the resource efficiency of polymers based on renewable resources are investigated and revealed. Her scientific results are published in 36 peer-reviewed journal articles

and three book chapters.

Katharina Resch-Fauster started her professional career 2005 as a researcher at the Polymer Competence Center Leoben GmbH. In 2010 she moved to the Institute for Materials Science and Testing of Polymers at the Montanuniversität. In 2015 and 2016 she spent extended research stays at the Center for Composite Materials at the University of Delaware (Newark, USA) and at the Institute for Composite Materials (Kaiserslautern, DE).

Katharina Resch-Fauster established and leads the research group SMART – Sustainable Materials and Recycling Technology at the Institute for Materials Science and Testing of Polymers. The SMART-group addresses innovative polymers for sustainable energy production and storage, the green engineering with polymeric materials, green composites based on natural fibers and biogenic resin systems and end-of-life scenarios and recycling of polymeric materials. ■



der Ressourceneffizienz von polymeren Werkstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe auszuloten. Ihre bisherigen wissenschaftlichen Ergebnisse sind in 36 Artikeln in referierten Fachjournals sowie drei Buchkapiteln publiziert.

Ihre berufliche Laufbahn begann Katharina Resch-Fauster 2005 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am PCCL. 2010 wechselte sie an den Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe an der Montanuniversität. 2015 und 2016 erfolgten mehrmona-

Werkstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe, mit Green Composites aus Naturfasern und biobasierten Matrixmaterialien sowie dem End-of Life, dem Alterungsverhalten und dem Recycling von polymeren Werkstoffen.

Katharina Resch-Fauster studied Polymer Engineering at the Montanuniversität Leoben. She graduated with distinction and Rektor-Platzer-Ring in

Habilitation von assoz.Prof. DI Dr. Gerald R. Berger-Weber

Habilitation of assoc.Prof. DI Dr. Gerald R. Berger-Weber

Industrie 4.0 wird die gesamte Wertschöpfungskette entscheidend verändern. Dabei sollen durch Digitalisierung und Vernetzung der Fertigung deren Qualität, Effizienz, Flexibilität und Wettbewerbsfähigkeit entscheidend verbessert werden. Das Spritzgießen von Kunststoffen weist zwar bereits einen hohen Automatisierungsgrad und Qualitätsstandard auf, für eine durchgängig flexible und gleichzeitig effiziente Fertigung müsste jedoch die Bauteilqualität unabhängig von den Komponenten der Fertigungszelle bzw. inneren und äußeren Störungen des Fertigungsprozesses selbst bei hohen Stückzahlen konstant gehalten werden können. Um dies zu erreichen, ist es erforderlich Störungen des Prozesses und/oder der Bauteilqualität inline erkennen, bewerten und adaptiv (sofort) beheben zu können. Dazu analysiert Dr. Bergers Habilitationsschrift „A Comprehensive Analysis of Part Quality Deviations and Optimization“ an ausgewählten Beispielen erstens die Einflüsse auf die Bauteilqualität, zweitens die Ursachen für auftretende Abweichungen der Bauteilqualität sowie deren Behebung, z. B. durch robuste Prozessführung oder dynamische Werkzeugtemperierung, drittens die inline Erkennung von Störungen und viertens die Betrachter-unabhängige Messung von Oberflächendefekten. Schließlich stellt er das Konzept des „intelligenten Spritzgießwerkzeuges als cyberphysisches System vor.



Dr. Gerald Berger-Weber



Amerikanischer Gutachter der Habil | American reviewer of the habilitation thesis: "To summarize, I believe Dr. Berger has the vision and perseverance to make sustained and outstanding contributions in research... With his current portfolio of research related to polymer processing, I feel strongly that Dr. Berger is in the top 20, and perhaps the top 10, of researchers in the field of injection molding."

Ferner war Dr. Berger 2016 sechs Monate Vertretungsprofessor für Spritzgießen am Department Maschinenbau und Kunststofftechnik der Hochschule Darmstadt (Deutschland) sowie im April 2018 Gastprofessor an der University of Massachusetts Lowell (USA). Die Publikationsliste von Herrn Dr. Berger-Weber umfasst 24 referierte Artikel und 52 weitere Beiträge in Zeitschriften und Tagungsbänden. Des Weiteren ist er bereits 39 Mal bei nationalen und internationalen Konferenzen als Vortragender aufgetreten. Für seine bisherigen wissenschaftlichen Arbeiten wurde Herr Dr. Berger-Weber mehrmals ausgezeichnet.

Im Juli 2018 verlieh die MUL Dr. Berger-Weber die Lehrbefugnis im Fach „Kunststoffverarbeitung“.

The digitalized production will dramatically change the value-chain of most industrial producers. Industry 4.0 key technologies, for instance, the internet of things, IPv6 and OPC/UA, cloud services and big data, virtual technologies, and intelligent sensors and actuators shall enable western manufacturers to keep their competitiveness in the global economy. Key objectives are raising efficiency and flexibility of production processes as well as improving the performance and the quality of products.

Within the last decades, due to many efforts in machinery and moulds, injection moulding of polymers has already

reached an impressive level of automation and machine consistency; however, yields are still (far) below 99 %, due to start-up issues, material-related problems, operator errors, and process inconsistency, all of which impede a flexible production at a consistent part quality. To reach 100 %, the moulding process output has to be made independent from the aforementioned. Since the part is "born" in the mould cavity, the obvious solution is to online monitor and inline control the spatio-temporal process state of the polymer while moulding.

A prerequisite for these goals is a profound knowledge and comprehensive experience how to optimize, measure, and control the moulded part quality. This was the focus of Dr. Berger's habilitation thesis „A Comprehensive Analysis of Part Quality Deviations and Optimization“ in which he (1) analyses sources for certain quality deviations, such as batch variations; (2) evaluates measures to prevent defectives, for instance, robust processing, dynamic mould temperature control, and friction control; (3) presents an approach to online detect defective parts by sensor data from the moulding machine; and (4) compares methods for a precise, non-ambiguous, and reproducible quality control of injection moulded surfaces. Finally, he provides an outlook on the 'intelligent injection mould as a cyber physical system'.

Besides his lectures at the Montanuniversität, Dr. Berger-Weber has also been a 1-month visiting professor to the University of Massachusetts Lowell (USA) and a 6-month visiting professor to the University of Applied Sciences Darmstadt (GER). His publication list contains 24 peer-reviewed papers and 52 other contributions in journals and conference proceedings. Furthermore, he has been speaker at 39 national and international conferences. He also won several prizes for his scientific work.

In July 2018, the Montanuniversität Leoben awarded Dr. Gerald Berger-Weber the habilitation ("venia docendi") for the subject Polymer Processing. ■

Habilitation von assoz.Prof. DI Dr. Ewald Fauster

Habilitation of assoc.Prof. DI Dr. Ewald Fauster

Sehr wahrscheinlich wird der 18. Oktober 2018 einer der Tage sein, an den sich Ewald Fauster immer erinnern wird. An diesem Tag endete sein aktiver Beitrag im Rahmen seines Habilitationsverfahrens. In einem gut strukturierten Vortrag zum Thema „Imprägnierungs- und Kompaktierungscharakteristik textilbasierter Verstärkungsmaterialien“ fasste er in einem fokussierten Bereich seine wissenschaftliche Forschung zusammen, die er im Laufe der vorhergehenden Jahre auf dem Gebiet der Kunststoffverarbeitung erarbeitet hat.

Ewald Fauster studierte Maschinenbau an der Montanuniversität Leoben und spezialisierte sich dabei im Bereich der Automation. Im Rahmen der Arbeiten an seiner Dissertation konzentrierte er sich auf Fragestellungen der Bildverarbeitung. Diese Arbeiten wurden in enger Kooperation mit Industriepartnern durchgeführt. Nach abgeschlossener Promotion arbeitete Ewald Fauster einige Jahre in der Industrie bevor er zurückkam, um seine akademische Karriere fortzusetzen. Anfang 2011 begann er am kurz zuvor neu geschaffenen Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen an der Montanuniversität Leoben zu arbeiten. Er beteiligte sich dort zunächst mit großem Einsatz am Aufbau des Lehrstuhls, brachte viele seiner Vorkenntnisse mit ein und gewährleistet damit auch die qualitativ hochwertige Technikumsausstattung. Ab Mitte 2013 konzentrierte er sich dann zunehmend auf seine Habilitation.

Die Gutachten seiner Habilitationsschrift fielen sehr positiv aus und lassen sich mit den Worten eines der Gut-



© Kunststofftechnik Leoben | Tanja Grössing

achter zusammenfassen: „Der Kandidat hat eine extrem stimmige Beherrschung seines Habilitationsfaches belegt.“ Anfang November 2018 wurde Ewald Fauster die Lehrbefugnis erteilt und er wurde im Rahmen der Akademischen Feier am 14. Dezember 2018 feierlich als assoz.Prof. vorgestellt.



Most probably October 18th, 2018 will be one of the days Ewald Fauster will ever remember. This was the day his active contribution in frame of his habilitation procedure ended. In a well-structured presentation about "Impregnation and compaction characteristics of textile based reinforcing materials" he summarized in a focused topic the research work he has elaborated over the past years in the field of polymer processing.

doctoral degree, Ewald Fauster worked some years in industry before he came back to proceed his academic career. Early 2011 he joined the Processing of Composites group, a group at the Montanuniversität Leoben founded just some month before he came. He contributed and has spent strong effort to build-up the group and brought-in a lot of his background knowledge to ensure a high quality equipped laboratory infrastructure. Mid 2013 he started to work on his habilitation.

Ewald Fauster studied mechanical engineering at the Montanuniversität Leoben and already there he specialized himself in the field of automation. Working on his doctoral thesis he focused on image processing topics. This work he has elaborated strongly connected to industrial partners. After having his

The reviewers of his habilitation gave very positive feedback which can be summarized by citing one of the reviewers who said: The candidate has demonstrated extremely sound scientific mastery of the habilitation topic. Beginning November 2018 Ewald Fauster received his *venia docendi* and in frame of the academic celebration on December 14th, 2018 he was officially introduced as assoz.Prof. ■



© Kunststofftechnik Leoben

Abschlussarbeiten

Theses

2017

Bachelor's Thesis: 17
Master's Thesis: 14

Doctoral Thesis: 11
Habitations: 1

2018

Bachelor's Thesis: 9
Master's Thesis: 14

Doctoral Thesis: 6
Habitations: 3

Dissertationen 2017 | Dissertations 2017

Natascha Andraschek

Entwicklung von Kompositmaterialien für Hochspannungsanwendungen

Ali Gooneie

Multiscale Modelling and Simulation of Flow Behavior of Polymer/Layered Silicate Nanocomposites Under Shear Flow

Baris Kaynak

Perfluoralkylsilan Beschichtungen für Formen und Werkzeuge in der Kunststofftechnik

Jakob Cornelius Manhart

Design of Smart Elastomers with Tailored Network Architecture: From Advanced Crosslinking Strategies towards Stimuli-Responsive Materials with Spatially Resolved and Switchable Characteristics

Andreas Moser

Mikrostrukturoptimierung und Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von duromeren Nanoverbunden

Abdelhamid Mostafa

The Influence of Blast Furnace Slag as a Functional Filler on Polypropylene Compounds

Philipp Nothdurft

Interfacial adhesion in printed circuit boards

Bettina Ottersböck

Natural and artificial weathering tests of polymer films used in solar applications

Christian Peter Schillfahrt

Optimierung des Schlauchlas-RTM-Verfahrens zur effizienten Fertigung von endlosfaserverstärkten Hohlkörperstrukturen

Ramesh Kumar Selvasanka

Modeling and Characterization of Conical and Parallel Co-Rotating Twin Screw Extruders

Andrea Johanna Wanner

Neue Isolationsharze für die Hochspannungstechnik

Dissertationen 2018 | Dissertations 2018

Andreas Blutmager

Verschleißmodelle und Verschleißschutz in der Plastifiziereinheit von Thermoplast-Spritzgießmaschinen

Doris Darya Fleischmann

In situ reinforcement of high-performance elastomers with thermosetting resins

Marko Omazic

The influence of polymer carrier films on semiconductor processing

Melahat Sahin

Study of low migratable photopolymer networks

Martin Spörk

Optimisation of the Mechanical Properties and Processing of Polypropylene and Poly(Lactic Acid) Parts Produced by Extrusion-Based Additive Manufacturing

Qi Tao

Press Cycle Time Reduction of A Reinforced Epoxy Resin and the Influence On Its Mechanical/Thermal Properties

Masterarbeiten 2017 | Master's Thesis 2017

Noemie Bauwens

Factor screening for the optimisation of the mechanical performance of post-consumer-recycled PMMA and PC/ABS

Julia Beter

Design of Experiments Versuche an Hybridplatten – Betrachtung der Phänomene des RTM-Prozesses

Georg Chaloupka

Potential für die Heizzeitverkürzung beim Kautschukspritzgießen unter Nutzung von Scher- und Dehnerwärmung

Anja Gosch

Examination of J-Integral methods and their applicability to tough polypropylene materials

David Florian Lukas Höller

Analyse des Risswachstumsverhaltens von Polybuten und vernetztem Polyethylen mittels dem zyklischen Cracked Round Bar- Test

Carina Mager

Variotherme Prozessführung im Kautschukspritzguss

Selina Pia Möllnitz

Vergleich der Verwertungssysteme werkstoffliches und rohstoffliches Polyolefinrecycling anhand von ausgewählten Abfallströmen

Stefanie Katharina Painsith

Investigation of an Induction Heating System for the Production of Injection Molded Discs Used for Valve Sealing Element Manufacturing

Karina Pözl

Photoreaktive Epoxidharze

Bernhard Radler

Re-design of a polymer oil wiper for reciprocating compressors

Stefan Ringl

Technisch – wirtschaftlicher Vergleich von Perforierprozessen zur Herstellung schallreduzierender Composite – Luftfahrtbauteile

Michael Stephan Schmid

Weld line quality monitoring of sealing elements using a newly designed test station

Sebastian Sochor

Optimierung der Entgasungsleistung von bedruckten LDPE-Folien in der Extrusion am Beispiel einer TVEplus Recyclinganlage

Johannes Wiener

Synthesis and Characterization of Thiol-yne and Thiol-yne-methacrylate Derived Photo-curable Resins

Masterarbeiten 2018 | Master's Thesis 2018

Matthias Anton Drvoderic

Probeneinflüsse bei der mechanischen Prüfung von Composites

Markus Frewein

Systematic mechanical characterization and micromechanical modelling of woven glass fibre reinforced laminates for PCB applications

Andreas Lang

Sensorintegration in Sandwichverbundstrukturen für Luftfahrtinnenkomponenten

Mario Messiha

Impact of polyolefin impurities on lifetime relevant properties of polyethylene and polypropylene

Sandra Petersmann

Material Development and Modelling of a Thermal Insulation Film in Battery Systems

Paul Helmut Rieger

Evaluierung eines Thiol-In-Systems für den Einsatz in biokompatiblen 3D-gedruckten Verbundmaterialien

Tobias Schmidt

Einfluss des Einspritzvolumenstroms auf die Verschleißfestigkeit eines hochchromhaltigen martensitischen pulvermetallurgischen Stahls

Maximilian Dieter Sommer

Online-Rheometrie an der Kautschukspritzgießmaschine

Tanja Stiller

InSitu tribological and fracture mechanical investigation of Thermoplastic Polyurethanes

David Josef Stockinger

Optimierung der Haftung zwischen PBT und LSR im Zweikomponenten-Spritzguss

Gilles Van Der Schueren

The characterization and possibilities of WEEE and automotive recycled plastics

Markus Weninger

Dünne CFK-Schaum-Sandwichstrukturen – Bewertung unterschiedlicher Fertigungsmöglichkeiten

David Zidar

Vergleichende Verschleißuntersuchungen von Kunststoffformenstählen mittels Plättchen-Verschleißmethode

Julia Verena Zündel

Characterization and modeling of the cure-induced shrinkage of an epoxy resin used in organic laminate based electronic modules

Kunststofftechnik Leoben - der Kooperationspartner

Department of Polymer Engineering & Science - the cooperation partner



So vielfältig wie der Werkstoff, so ist es auch die Forschungs-, Produktions- und Ausbildungslandschaft in der Kunststofftechnik. Um an der Spitze der Fachwelt präsent sein zu können, ist es für das Department Kunststofftechnik wichtig, Partnerschaften auf nationaler und internationaler Ebene einzugehen.

As diverse as the material is the research, production and training landscape in plastics technology. In order to be present at the forefront of the professional world, it is important for the Department of Polymer Engineering and Science to enter into partnerships on a national and international level.



Ausgangspunkt dieser Kooperationen ist das Department selbst - durch die Unterbringung der sechs kunststofftechnischen Lehrstühle in einem modernen Gebäude mit exzellenter Infrastruktur und Ausrüstung und kurzen Kommunikationswegen fördern synergetisches und operatives Vorankommen.

The starting point of these cooperations is the Department itself - the placement of the six plastic technical institutes in a modern building with excellent infrastructure and equipment as well as short communication channels encourage synergistic and operative progress.

Die Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Partnerinstituten im In- und Ausland ist eine weitere tragende Säule der Aktivitäten am Department. Zahlreiche Förderprogramme im Bereich der grundlagennahen und der anwendungsorientierten Forschung basieren auf Kooperationsmodellen, wobei Europäische Forschungsinitiativen (z. B. Horizon 2020) und länderübergreifende Fördermodelle wie ERA-NET und Core-Net als Beispiele genannt seien. Gleichwohl genießt die Kooperation mit universitären Partnern (z. B. Institute der TU Graz und der TU Wien) und außeruniversitären Forschungsinstitutionen (z. B. PCCL, Joanneum Research, AIT, ofi) einen hohen Stellenwert.

The collaboration with scientific and technical institutions, both on a national and international level, is a cornerstone of the activities important to the Department of Polymer Engineering and Science. Several funding programmes for fundamental and applied research are based on cooperation models, and both European research programmes (e.g. Horizon 2020) as well as transnational programmes (e.g. ERA-NET and Core-Net) may serve as examples. At the same time, the fruitful cooperation with national academic institutions (e.g. TU Graz, and TU Vienna) and non-university research organizations (e.g. PCCL, Joanneum Research, AIT and ofi) is of great importance.



In der Kunststofftechnik wird auch - ihrer Bestimmung entsprechend - intensiv mit Firmenpartnern kooperiert. Diese Zusammenarbeit erfolgt häufig ebenfalls in geförderten Forschungsprojekten und zielt auf die Entwicklung von neuen Werkstoffen, Verarbeitungsprozessen und Charakterisierungsmethoden für Kunst- und Verbundstoffe, sowie auf die Auslegung von Werkstoffen und die Untersuchung des Verhaltens von Kunststoffen unter praxisrelevanten Bedingungen ab. Hinzu kommen zahlreiche bilaterale Kooperationen zwischen den Lehrstühlen und Firmenpartnern, sowie Auftragsuntersuchungen für Firmen, Branchenverbände und öffentliche Institutionen.

The intense cooperation with partner companies is another cornerstone regarding the R&D activities of the department. In many cases such cooperative projects aim at the development of new materials, processing techniques and characterization methods, at the design of composites and at the behaviour of polymeric materials under application-relevant conditions.

Summing up, the continuous cooperation with scientific partners and company partners is a factor of success for Leoben's Department of Polymer Engineering and Science. It has proven to be an essential aspect regarding the positioning of the department, both on a national and an international level. ■





KOOPERATIONEN & PARTNER

COOPERATIONS & PARTNER

4

Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL)

Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL)

Zu den wichtigsten außeruniversitären Kooperationspartnern des Departments zählt die Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL). Als vorwettbewerbliche, wirtschaftsnahe Forschungsgesellschaft zielt das PCCL auf stetige Weiterentwicklung und Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse auf dem Gebiet der Kunststofftechnik und Polymerwissenschaften ab. Durch Forschungsprojekte gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie kann die Forschungskompetenz und die Wettbewerbsfähigkeit der beteiligten Partnerunternehmen gesteigert und all- gemein der Wissenstransfer in die Wirtschaft erhöht werden.



Mit der Genehmigung des Antrages für die COMET-K1 Förderperiode 2017–2020 durch die FFG ist auch die erfolgreiche Weiterentwicklung für die kommenden Jahre (bei positiver Zwischenevaluierung bis 2024) gesichert, und das gemeinsam vom PCCL mit seinen Partnern definierte, sehr ambitionierte Forschungsprogramm kann umgesetzt werden. Das COMET-K1 Programm des PCCL 2017–2020 umfasst 30 Projekte, die sich in drei Areas (Functional and Reactive Polymers; Polymer Processing and Automated Inspection; Performance & Reliability of Polymers and their Composites) gliedern, und ein jährliches Gesamtvolumen von € 5,6 Mio. umfassen. Mit zahlreichen nationalen und internationalen wissenschaftlichen und Firmenpartnern steht dem PCCL ein umfassendes F&E Netzwerk zur Verfügung, wobei die starke Beteiligung internationaler Partner hervorzuheben ist. Wichtige Ziele für die kommende Förderperiode sind u. a. die Fokussierung

auf zukunftssträchtige Forschungsfelder, die weitere Internationalisierung der Forschung sowie der Ausbau der strategischen Forschungsaktivitäten.

Die langjährige Partnerschaft zwischen PCCL und zahlreichen Lehrstühlen der MUL sowie Instituten der TU Graz und TU Wien wird auch in Zukunft für den Erfolg und die stetige Weiterentwicklung der Fachbereiche Kunststofftechnik und Polymerwissenschaft von hoher Bedeutung sein. Die Zusammenarbeit umfasst auch die akademische Betreuung von Masterarbeiten und Dissertationen, die von Mitarbeitern des PCCL angefertigt werden, sowie die gegenseitige Unterstützung bei der Akquisition und Bearbeitung von Forschungsprojekten. Ebenso ist hervorzuheben, dass die Organisation von Tagungen und Konferenzen, darunter das Leobener Kunststoff-Kolloquium gemeinsam mit dem PCCL erfolgt.

The Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL) is one of the most important non-university cooperation partners of the Department. As a pre-competitive, business-oriented research company, the PCCL aims to continuously develop and implement scientific findings in the field of plastics technology and polymer science. Research projects together with partners from science and industry can increase the research competence and competitiveness of the partner companies involved and, in general, increase the transfer of knowledge into the economy.

With the approval of the application for the COMET-K1 funding period 2017–2020 by the FFG, the successful further development for the coming years (with a positive interim evaluation until 2024) is also ensured, and the very ambitious research programme defined jointly by the PCCL and its partners can be implemented. The COMET-K1 program of PCCL 2017–2020 comprises 30 projects which are grouped in three Areas (Functional and Reactive Polymers; Polymer Processing and Automated In-

spection; Performance & Reliability of Polymers and their Composites). The annual budget of PCCL-K1 amounts to 5.8 Mio. EUR. With numerous national and international Scientific Partners and Company Partners a large network will be the basis of PCCL's future R&D work. It is important to note that the participation of international partners has significantly increased compared to previous funding periods. Important goals of PCCL for the upcoming funding period are (amongst others): focussing on emerging research fields, increasing the internationality of research, and strengthening of strategic research.

Also in the future, the long-standing partnership between PCCL and numerous institutes at the Montanuniversität Leoben as well as TU Graz and TU Vienna will be important for the success and the continuous development of the Department of Polymer engineering and Science. The cooperation with PCCL also comprises the academic supervision of master and PhD theses performed by PCCL researchers, and the mutual support regarding the acquisition and implementation of research projects and contractual research. Moreover, the Department and PCCL jointly organize conferences and workshops such as the Leoben Kunststoff-Kolloquium. ■

Auf einen Blick

- Gegründet: 2002
- Organisation: GmbH
- Umsatz: € 9 Mio
- Mitarbeiter: 102
- Patente: 45

Ansprechpartner



DI Dr. Elisabeth Ladstätter
office@pccl.at
+43 3842 42962 0

Kompetenzverbund Kunststoffbauteil Leoben

Alliance of Competence in Plastic Parts Leoben

Die Entwicklung von Kunststoffbauteilen erfordert umfangreiches Know-how über den Werkstoff, dessen Verarbeitung und Anwendung sowie über das Recycling. Durch diese umfangreiche Aufgabenstellung ergibt sich das Problem, dass dieses Know-how üblicherweise nur in verschiedenen Einrichtungen zu finden ist.

Mit dem Kompetenzverbund Kunststoffbauteil Leoben (KVKL) gehören diese Probleme nun der Vergangenheit an. Der KVKL ist eine Plattform, die die umfangreiche Kompetenz der Montanuniversität bündelt und einen unkomplizierten Zugang zu Forschung und Entwicklung von Kunststoffbauteilen bietet. In diesem Rahmen finden auch spezielle Veranstaltungen statt, die Themen rund um das Kunststoffbauteil detailliert beleuchten. Um den richtigen Ansprechpartner rasch und einfach zu finden, wurde außerdem die Homepage www.kunststoffbauteil.at eingerichtet.

Werkstoff

- Vorauswahl
- Entwicklung
- Charakterisierung
- Modellierung

Bauteil

- Werkstoffgerechte Auslegung und Optimierung
- Betriebsfestigkeitsanalysen und Lebensdauerberechnungen
- Oberflächenqualität und funktionelle Oberflächen
- Bauteilprüfung

Vom Werkstoff zum Bauteil

- Lösung fachübergreifender Problemstellungen
- Methodenkompetenz für systematische Bauteilentwicklung
- Entwicklung von Simulationsmethoden und -modellen
- Entwicklung und Optimierung von Verarbeitungsprozessen
- Optimierung von formgebenden Werkzeugen

Unterstützung

- Nationale und internationale Forschungsanträge



The development of plastic components requires comprehensive know-how about the material, its processing and applications as well as its recycling. These comprehensive requirements create the problem that the necessary know-how is typically distributed over a number of different institutions.

With the creation of the "Kompetenzverbund Kunststoffbauteil Leoben" (KVKL), these problems are a thing of the past. The KVKL is an interest group which bundles the comprehensive expertise of the Montanuniversität Leoben. Thereby, a straightforward access to research and development of plastic components is provided. Under this frame special workshops and seminars are offered to get detailed information on topics related to plastic components. In order to provide easy access to the right contact person the homepage www.kunststoffbauteil.at was established.

Material

- Preselection
- Development
- Characterization
- Modelling

Components

- Material specific design and optimization
- Fatigue endurance analysis and life time predictions
- Surface quality and functional surfaces
- Component testing

From material to component

- Solving of interdisciplinary problem definitions
- Competence in methods for systematic component development
- Development of simulation methods and models
- Development and optimization of processing routes
- Optimization of moulding tools

Assistance

- National and international research proposals

Auf einen Blick

Schwerpunkte:

- Werkstoff
- Bauteil
- Vom Werkstoff zum Bauteil
- Unterstützung bei Anträgen

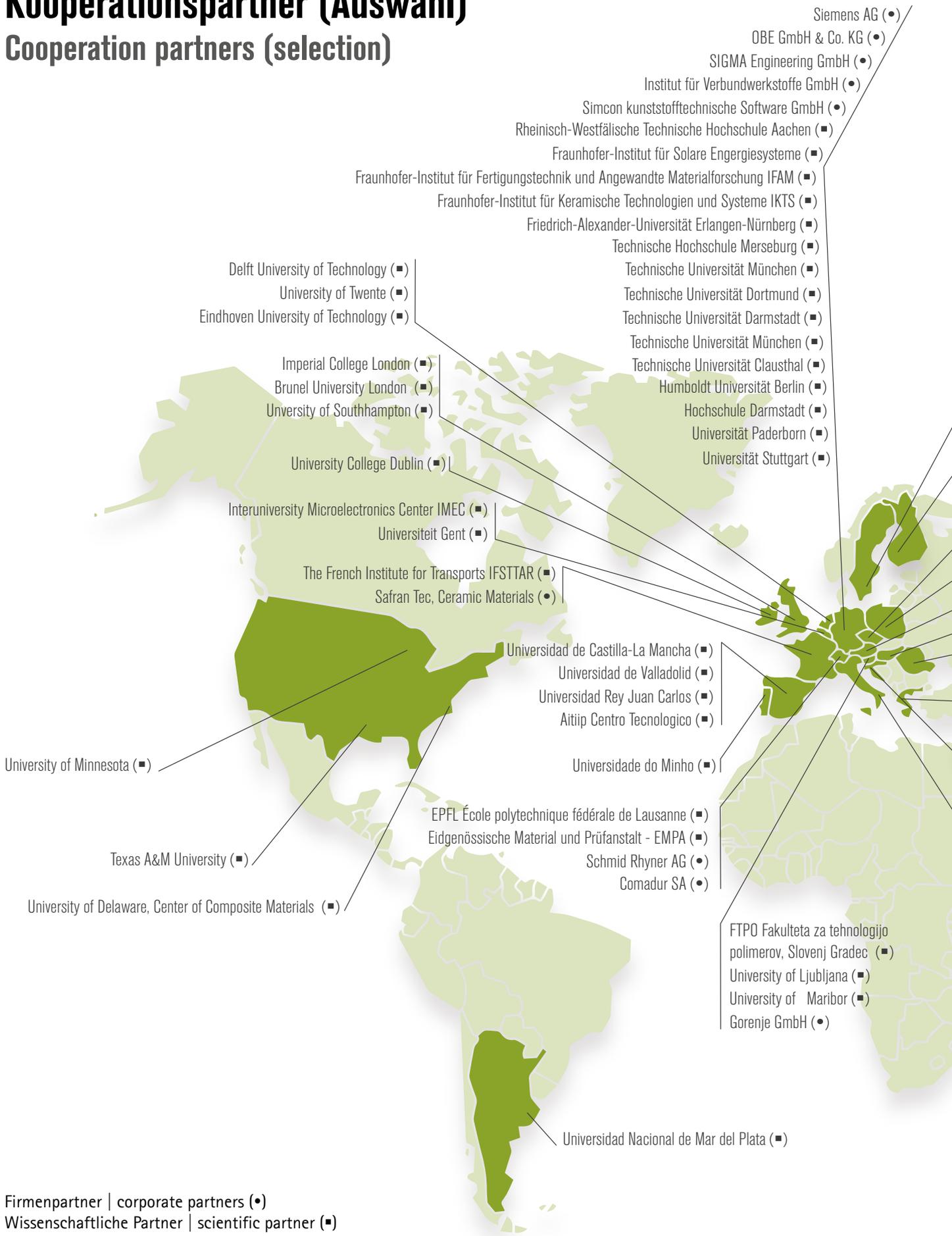
Ansprechpartner



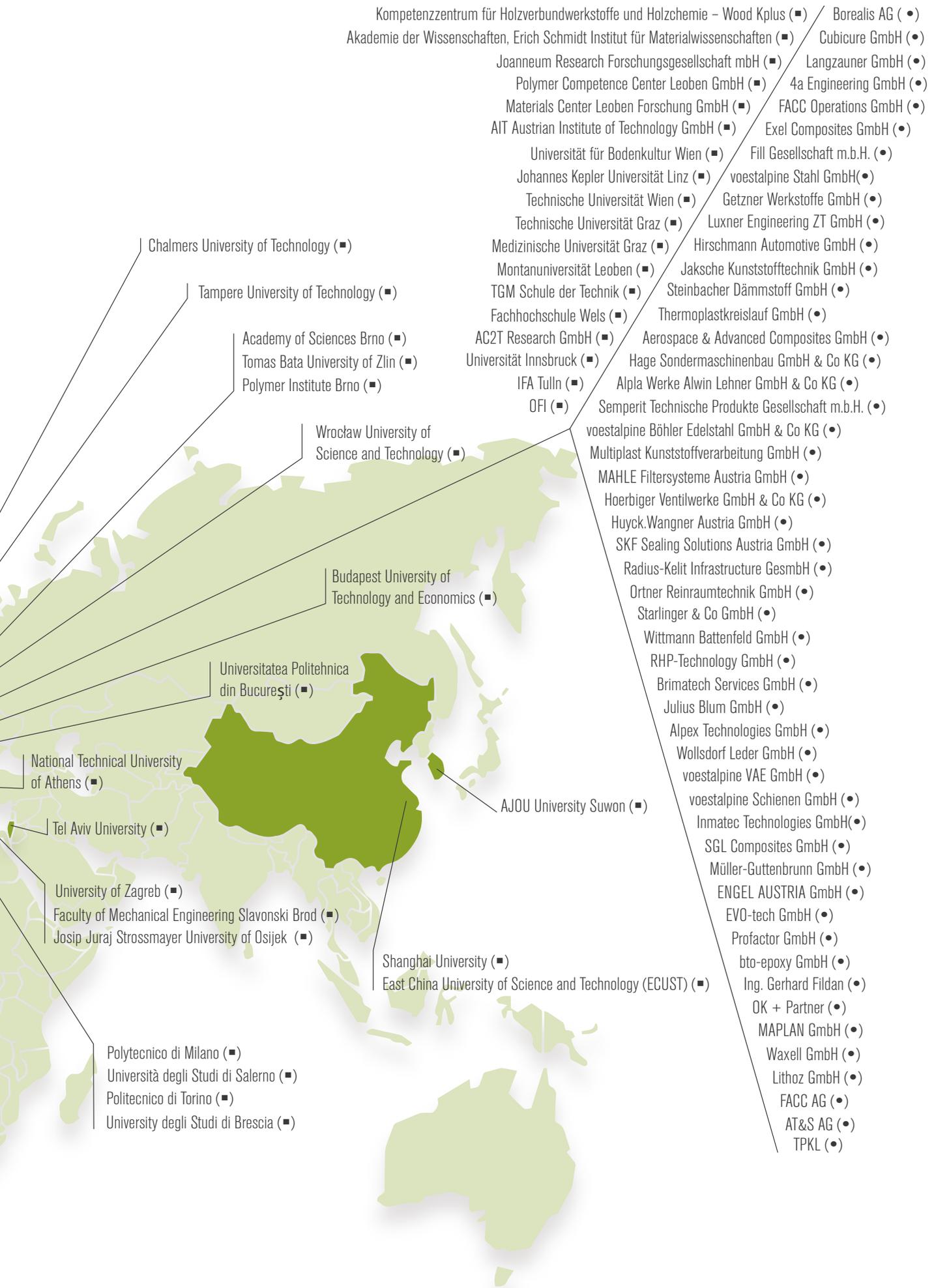
Dr. Christian Kukla
christian.kukla@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 8403

Kooperationspartner (Auswahl)

Cooperation partners (selection)



Firmenpartner | corporate partners (●)
 Wissenschaftliche Partner | scientific partner (■)







EHRUNGEN & PREISE
HONOURS & AWARDS

Mit ÖVGW-Studienpreis ausgezeichnet Awarded with ÖVGW study prize

Der Leobener Kunststofftechniker Dr. Florian Arbeiter wurde für seine Dissertation mit dem Titel „Beurteilung der Langzeit-Eigenschaften polymerer Rohrwerkstoffe mittels Ermüdung und bruchmechanischer Methoden“ mit dem Studienpreis der Österreichischen Vereinigung für das Gas und Wasserfach (ÖVGW) ausgezeichnet. Verliehen wurde der Preis im Rahmen der 127. Jahrestagung der ÖVGW von 10. bis 11. Mai 2017.

Bereits im Jahr 2013 konnte Dr. Arbeiter den mit € 2.000 dotierten Preis mit nach Hause nehmen – damals wurde er für seine Masterarbeit prämiert.

Dr. Florian Arbeiter, polymer technician from Leoben, was awarded the study prize of the Austrian Association for Gas and Water (ÖVGW) for his dissertation entitled „Evaluation of long-term properties of polymeric pipe grade materials using fatigue tests and fracture mechanics“. The prize was awarded at the 127th Annual Meeting of the ÖVGW from 10 to 11 May 2017.



The prize is endowed with € 2,000. Dr. Arbeiter already received the award in 2013 for his master thesis. ■

S&B Award 2017 für „iPrint“ S&B Award 2017 for „iPrint“

Das bereits mehrfach prämierte Projekt „iPrint“ – eine Kooperation der MedUni Graz, der MUL und der Obdacher Firma HAGE Sondermaschinenbau – wurde am 29. Mai 2017 in feierlichem Rahmen von einer hochkarätigen Jury mit dem S&B Award 2017 des Rudolf Sallinger Fonds ausgezeichnet.

Ziel des Projektes war es, passgenaue Schädelimplantate während der Operation herzustellen und direkt einzusetzen, sodass Patientinnen und Patienten künftig eine Zweit-Operation

erspart bleibt. Derzeit werden Implantate für die Behandlung von Traumata, Tumoren oder Knochenläsionen in der Regel klinikextern gefertigt. Dazu werden CT-Daten von Patientinnen und Patienten an kommerzielle Anbieter gesendet, die darauf basierend spezifische Implantate fertigen.

Mit dem S&B Award prämiert der Rudolf Sallinger Fonds frühphasige Kommerzialisierungsideen, die auf einer wissenschaftlichen Leistung beruhen, mit einem Geldpreis in der Höhe von

€ 20.000, Mentoringleistungen sowie weiteren Unterstützungsangeboten für die Kommerzialisierungs-idee. ■

The award-winning project „iPrint“ – a cooperation of the MedUni Graz, the MUL and HAGE Sondermaschinenbau from Obdach – was awarded the S&B Award 2017 of the Rudolf Sallinger Fund on 29 May 2017 by a top-class jury.

The aim of the project was to produce tailor-made cranial implants during the operation and to use them directly, so that in future patients will be spared a second operation. Currently, implants for the treatment of trauma, tumours or bone lesions are usually manufactured outside the clinic. Commercial vendors use CT Data to make specific implants.

With the S&B Award, the Rudolf Sallinger Fund honours early-stage commercialization ideas based on a scientific achievement with a cash prize of € 20,000, mentoring services and other support offers for the commercialization idea. ■



Preisverleihung S&B Award 2017: v.l.n.r.: Abg. z. NR Peter Haubner, Mag. Bettina Glatz-Kremsner, Univ.-Prof. Dr. Clemens Holzer, Univ.-Prof. Dr. Ute Schäfer, Mag. (FH) Ulrike Zefferer, DDI Matthias Katschnig, Dr. Muamer Ücal, Dr. Peter Thirring, KR Mag. Ernst Rosi am Foto fehlen: DI Stefan Hampel, DI Peter Freigassner, OA Dr. Gurd von Campe, Dr. Alois Tax

Mitglied der Kroatischen Akademie der technischen Wissenschaften aus Leoben Member of Croatian Academy of Technical Sciences from Leoben

Prof. Clemens Holzer, Leiter des Lehrstuhls für Kunststoffverarbeitung, wurde als erst zwölftes ausländisches Mitglied in die Kroatische Akademie der technischen Wissenschaften aufgenommen.

Prof. Clemens Holzer, Head of the Department of Polymer Processing, became the 12th foreign member of the

Croatian Academy of Engineering Sciences. ■



© Foto Fürgler

Prof. Holzers Beziehung zu den Kunststofftechnikkolleginnen und -kollegen in Kroatien geht schon auf das Jahr 1992 zurück, als Dr. Ivica Duretek von der Universität Zagreb (Fakultet strojarstva i brodogradnje) an das Institut für Kunststoffverarbeitung nach Leoben kam.

Praktikant erhält Dr. Hans Riegel-Fachpreis für Vorwissenschaftliche Arbeit Trainee receives Dr. Hans Riegel faculty for pre-academic work

Für seine Vorwissenschaftliche Arbeit zum Thema „Naturfaserverstärkte Biopolymere - Duomere Systeme auf Basis nachwachsender Rohstoffe“ durfte sich Jan Makotschnig, Schüler des BG/BRG Leoben Neu, im Frühjahr 2017 über den Dr. Hans Riegel-Fachpreis - dotiert mit € 600 - im Fach Chemie freuen.

Jan Makotschnig, a pupil of the BG/BRG Leoben Neu, received the Dr. Hans Riegel Prize - worth € 600 - for his pre-scientific work on "Natural Fibre Reinforced Biopolymers - Duomeric Systems based on Renewable Raw Materials"

The work was part of a FFG-funded summer internship for talented students. Makotschnig worked in summer 2016 at the chairs Processing of composite materials and Materials Science and Testing of Polymers under the guidance of Dr. Michael Feuchter, DI Andrea Anusic and Yannick Blöbl, MSc. ■

Die Arbeit entstand im Rahmen eines durch die FFG geförderten Ferienpraktikums für talentierte Schüler, das Makotschnig im Sommer 2016 an den Lehrstühlen Verarbeitung von Verbundwerkstoffen und Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe, betreut von Dr. Michael Feuchter, DI Andrea Anusic (beide WPK) und Yannick Blöbl, MSc (LVV) durchgeführt hatte.



© Christian Georgescu

Doppelte Auszeichnung für Projekt mit Leobener Beteiligung Double award for project with Leobener participation

Das Projekt REProMag wurde im Juli 2017 mit dem Umwelttechnikpreis Baden-Württemberg und im Jänner 2018 mit dem Deutschen Rohstoffeffizienz-Preis 2017 prämiert.

entwickelt, welches eine 100 % abfallfreie Produktionskette sicherstellt. Im Rahmen des Projektes beschäftigte sich der Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung mit der Weiterverarbeitung des Recyclingmaterials und konzentrierte sich dabei auf die additive Fertigungstechnologie des Fused Filament Fabrication (FFF).

The REProMag project was awarded the Environmental Technology Award Baden-Württemberg in July 2017 and the German Resource Efficiency Prize 2017 in January 2018.

In dem vom EU H2020 Forschungs- und Innovationsprogramm finanzierten Projekt REProMag (Grant Agreement Nr. 636881) wurde ein innovatives und ressourcensparendes Verfahren zur Produktion von Seltenen Erden Magneten

Within the project (Grant Agreement No. 636881), financed by the EU H2020 Research and Innovation Program, an innovative and resource-saving method for the production of rare earth magnets was developed, which ensures a 100 % waste-free production chain. The chair of Polymer Processing dealt with the further processing of recycled material and concentrated on the additive manufacturing technology of Fused Filament Fabrication (FFF). ■



EuroSciCon Best YRF Award für Leobener Dissertant

EuroSciCon Best YRF Award for PhD student from Leoben



Daniel Hennen, Dissertant am CD-Labor für Funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis, wurde im Juni 2018 mit dem EuroSciCon Best YRF Award für seinen Vortrag „Investigation of biocompatible thiol/yne formulations for 3D printing of medical scaffolds“ ausgezeichnet. Den Vortrag hielt er im Rahmen der International Conference on Polymer Science and Technology.

Daniel Hennen, PhD student at the Christian Doppler Laboratory for Functional and Polymer Based Inkjet Inks, was awarded the EuroSciCon Best YRF Award in June 2018 for his presentation "Investigation of biocompatible thiol/yne formulations for 3D printing of medical scaffolds". He gave the lecture in the course of the International Conference on Polymer Science and Technology. ■

Antec® Best Paper Award 2018 für Rohr-Spezialisten aus Leoben

Antec® Best Paper Award 2018 for pipe specialists from Leoben

Die Leobener Rohr-Spezialisten Dr. Andreas Frank, DI Isabelle Berger (beide PCCL), Dr. Florian Arbeiter und Prof. Gerald Pinter (beide WPK) durften sich über die Auszeichnung mit dem Best Paper Award 2018 freuen: Ihr Paper mit dem Titel "Fracture Mechanical Characterization of Non-Virgin Pipe Materials" – eine Gemeinschaftsarbeit der Leobener mit zehn weiteren renommierten Forschern aus Wissenschaft und Industrie – wurde in der Special Interest Group "Plastic Pipes & Fittings" prämiert!

The pipe specialists Dr. Andreas Frank, DI Isabelle Berger (both PCCL), Dr. Florian Arbeiter and Prof. Gerald Pinter (both WPK) were honoured with the Best Paper Award 2018: their paper entitled "Fracture Mechanical Characterization of Non-Virgin Pipe Materials" – a joint effort of the Scientist from Leoben with ten other renowned researchers from science and industry – was selected in the Special Interest Group "Plastic Pipes & Fittings"! ■



Die glücklichen Preisträger nach der Verleihung vor dem Konferenzgebäude. v.r.n.l. Dr. Florian Arbeiter, DI Isabelle Berger, Dr. Andreas Frank; am Foto fehlt: Prof. Gerald Pinter

Silbernes Diplom für Prof. Walter Friesenbichler

Silver diploma for Prof. Walter Friesenbichler

Besonderes Highlight des Absolvententreffens 2017 war die zum ersten Mal stattfindende Verleihung der Silbernen Diplome für das 25-jährige Jubiläum des Abschlusses von Diplom- oder Doktoratsstudium. Unter den Doktoratsjubilaren fand sich auch Prof. Walter Friesenbichler, Leiter des Lehrstuhls für Spritzgießen von Kunststoffen, er legte 1992 erfolgreich sein Rigorosum ab



A particular highlight of the Graduate Meeting 2017 was the first ever awarding of silver diplomas for the 25th anniversary of graduation or doctoral studies. Prof. Walter Friesenbichler, Head of the Institute of Injection Moulding of Polymers received his PhD in 1992. ■

Verleihung des Silbernen Diploms an Prof. Walter Friesenbichler durch Magnifizenz Rektor Wilfried Eichlseder

DGAO-Wissenschaftspreis für steirisches Forscherteam

DGAO science award for Styrian research team

Ein Team aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der MUL und der MedUni Graz wurde mit dem mit € 15.000 dotierten Preis für ihre Forschungsarbeit zu biokompatiblen Materialien für kieferorthopädische Zahnschienen – sogenannte Aligner – aus dem 3D-Drucker ausgezeichnet.

Im Rahmen einer gemeinsamen Diplomarbeit (Dr. Heidi Griesser, MedUni Graz) und einer Dissertation (Delara Hartmann, MSc., MUL) wurden neue Monomersysteme untersucht, die sich durch eine geringe Zytotoxizität, eine hohe chemische Stabilität bzw. lange Haltbarkeit, und besonders gute mechanische Eigenschaften im gehärteten Zustand auszeichnen. Damit ist es dem Team gelungen, ein Material zu entwickeln, das sowohl den medizin- als auch den produktionstechnischen Vorgaben entspricht.

A team of scientists from the Montanuniversität Leoben and the Medical University of Graz was awarded the € 15,000 prize for their research on biocompatible materials for 3D printing of orthodontic dental splints – so-called aligners. As part of a joint diploma thesis (Dr. Heidi Griesser, MedUni Graz) and a doctoral thesis (Delara Hartmann, MSc.

MUL), new monomer systems were investigated, which are characterised by a low cytotoxicity, high chemical stability and durability, and particularly good mechanical properties. The researchers developed a material that meets both medical and production related specifications. ■



Preisverleihung Preis im Rahmen des Wissenschaftlichen Kongress für Aligner Orthodontien: v.l.n.r: Delara Hartmann, Assoz. Prof. Dr. Thomas Griesser, Prof. em. Dr. Rainer-Reginald Miethke (Berlin), Siegfried Sonnenberg, (Stuttgart, Leiter der Geschäftsstelle der DGAO); am Foto fehlen: Ass. Prof. Dr. Margit Pichelmayer, Dr. Heidi Griesser, Dr. Andreas Oesterreicher, Thomas Rockenbauer

Zweiter Platz beim ÖWGP-Doktoranden-Preis

Second place at the ÖWGP doctoral prize

Die Österreichische Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik ÖWGP richtet jährlich Seminare für Doktorandinnen und Doktoranden aus, bei denen jeweils zwei Doktorandinnen oder Doktoranden aus den im

ÖWGP organisierten Universitäten ihre Arbeiten vorstellen.

2018 wurde erstmals ein Preisgeld ausgelobt: Für seinen Vortrag „Development of Polymer Compounds with Ceramic

and Metallic Powders for Fused Filament Fabrication" wurde Santiago Cano Cano (KV) mit dem zweiten Preis und € 1.000 ausgezeichnet.

The Austrian Scientific Society for Production Technology – ÖWGP – organizes annual seminars for doctoral candidates, in which two doctoral students from the universities organized in the ÖWGP present their work.

In 2018, a prize money was awarded for the first time: For his presentation "Development of Polymer Compounds with Ceramic and Metallic Powders for Fused Filament Fabrication" Santiago Cano Cano (KV) was awarded the second prize and € 1,000. ■



Verleihung des Doktoranden-Preises: Santiago Cano Cano (links) und Prof. Franz Haas, Vorsitzender des ÖWGP (rechts)





AM Austria

www.am-austria.com

AM Austria

AM Austria Österreichischer Arbeitgeberverband
Österreichischer Gewerkschaftsbund

AM Austria

VERANSTALTUNGEN & SOCIAL ACTIVITIES

EVENTS & SOCIAL ACTIVITIES



2017



3. Kunststoff-Tag | 3rd „Kunststoff-Tag“

Rund 80 Schülerinnen und Schüler aus der Steiermark und Wien nutzten die Gelegenheit, die spannende Welt der Kunststoffe aus nächster Nähe kennenzulernen: Beim Kunststoff-Tag am 03. März 2017 wurden ihnen Kunststoffe angreif- und vorstellbar gemacht. Ziel war es, jungen Menschen einen lebendigen Einblick in den Beruf der Kunststofftechnikerin und des Kunststofftechnikers zu geben. Dabei kamen auch andere wichtige Fragen, wie das Leben und Studieren in der Montanstadt Leoben, nicht zu kurz.

On 03. March 2017 around 80 students from Styria and Vienna took the opportunity to get up close and personal with the exciting world of plastics. The aim of the „Kunststoff-Tag“ was to give young people a lively insight into the profession of plastics technician and plastics technician. There were also other important issues such as life and studying in Leoben not too short. ■



26. Leobener Kunststoff-Kolloquium

Unter dem Motto „Innovative Spritzgießtechnologie – Trends und aktuelle Entwicklungen“ trafen sich beim 26. Leobener Kunststoff-Kolloquium am 20. und 21. April 2017 die Vertreter der Kunststoffcommunity, um über Neuheiten und künftige Tendenzen in diesem Bereich zu diskutieren. Das gemeinsam vom PCCL und dem Department Kunststofftechnik (Lehrstuhl für Spritzgießen von Kunststoffen) ausgerichtete Kolloquium bot den Teilnehmern Vorträge renommierter Wissenschaftler und Fachexperten international tätiger Unternehmen.

Under the motto “Innovative Injection Molding Technology – Trends and Current Developments”, representatives of the polymer community met at the 26th Leobener Kunststoff-Kolloquium on April 20 and 21 2017 to discuss innovations and future trends in this field. The colloquium, which was jointly organized by the PCCL and the Department Polymer Engineering and Science, offered the participants lectures by renowned scientists and experts from internationally active companies. ■

SCHOOL@MUL-Projekttag - Durchgang 1

Im Rahmen der SCHOOL@MUL-Projekttag von 2. bis 4. Mai 2017 besuchten rund 170 Schülerinnen und Schüler zwischen sieben und vierzehn Jahren das Department und lernten wissenswertes über die Herstellung von Kunststoff-Artikeln und durften in den Laboren und Werkshallen selbst Bauteile herstellen sowie Versuche durchführen. Unter Anleitung von wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wurden Becher und Handyhalter spritzgegossen, Latex-Handschuhe getaucht, Kunststoff-Proben auf ihre Belastbarkeit getestet, Frisbees gepresst und diverse Gegenstände 3D-gedruckt.

During the SCHOOL@MUL project days from 2 to 4 May 2017, around 170 students from the age of seven to fourteen visited the department to learn about the production of polymer articles and were allowed to manufacture components and carry out tests themselves in the laboratories. Under the guidance of scientific staff, cups and mobile phone holders were injection-molded, latex gloves dipped, plastic samples tested for their load-bearing capacity, and various 3D-objects printed. ■



© Kunststofftechnik Leoben | Tanja Grössing

**Department Weihnachtsfeier
Department Christmas party**



© Kunststofftechnik Leoben

**"iPrint" auf der KroneFIT Gesundheitsmesse
"iPrint" at KroneFIT health fair**

Die Gesundheitsmesse KroneFIT öffnete am 5. und 6. Mai 2017 erstmals ihre Pforten am Messegelände Graz für Fachpublikum und Interessierten, das Department Kunststofftechnik und die MedUni Graz stellten auf der Messe das gemeinsame Projekt „iPrint“ vor. Weitere Infos zum Projekt auf www.kunststofftechnik.at

For the first time, the health fair KroneFIT opened its doors on the 5th and 6th of May 2017 at the trade fair grounds in Graz for trade visitors. The Department and the MedUni Graz presented the joint project "iPrint" at the trade fair. Further informations about the project at www.kunststofftechnik.at/fftechnik.at ■



© Kunststofftechnik Leoben



© Montanuniversität Leoben | Armin Russold



Lange Nacht der Forschung

Nach den großartigen Erfolgen in den Jahren 2014 und 2016, konnte bei der Langen Nacht der Forschung am 13. April wieder hinter die Forscher-Kulissen geblickt werden. Von 17.00 bis 23.00 standen unzähligen Besuchern die Tore der Montanuniversität Leoben und ihrer Institute offen. Am Department Kunststofftechnik wurden dabei folgende Fragen beantwortet: Können Kunststoffe auch natürlich sein? Was passiert mit der Leiterplatte im Handy wenn es hinunter fällt? Und kann man mit Licht 3D-Objekte erzeugen?

After the great successes in the years 2014 and 2016, visitors of every age could have a glimpse behind the scenes of the university at the Long Night of Research on April 13th. From 5 pm to 11 pm, the gates of the Montanuniversität Leoben and its institutes were open to guests. At the Department Polymer Engineering and Science, the following questions were answered: Can plastics also be natural? What happens to the PCB in your phone when it falls down? And can you create 3D objects with light? ■



SCHOOL@MUL-Projektstage - Durchgang 2

Beim zweiten Durchlauf der SCHOOL@MUL-Projektstage von 10. bis 12. April 2018 begrüßte das Department wieder rund 150 Schülerinnen und Schüler.

At the second round of the SCHOOL @ MUL project days from 10 to 12 April 2018, the department again welcomed around 150 pupils. ■



© Kunststofftechnik Leoben | Tanja Grössing

FIT - Infotag 2018

Die Montanuniversität und die Kunststofftechnik Leoben beteiligen sich bereits seit Jahren an der Initiative FIT - Frauen in der Technik und begrüßten im Rahmen der FIT-Infotage interessierte Mädels. Heuer stand der Infotag an der Montanuniversität unter dem Motto „Handy“ - das Department und das PCCL informierten die Schülerinnen neben dem Studium über Kunststoffe in Leiterplatten und wie man diese Komponenten auf ihre Haltbarkeit prüfen kann.

The Montanuniversität and the Kunststofftechnik Leoben have been participating in the Initiative FIT - Women in Technology for many years and welcomed interested girls as part of the FIT Info Day. This year's Info Day at Montanuniversität was themed "Handy" - the Department and the PCCL informed the students about the study programme and about circuit boards and how to test these components for their durability. ■



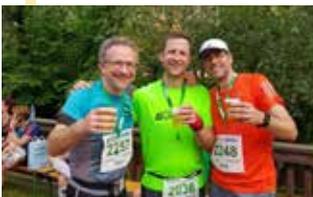
© Montanuniversität Leoben | Claudia Bendl

2018

27. Leobener Kunststoff-Kolloquium

„Print & Coat“ lautete das Thema des 27. LKK: Von 19. bis zum 20. April 2018 wurde also fleißig gedruckt und lackiert! Zahlreiche nationale und internationale Fachexperten aus Wirtschaft und Wissenschaft fanden sich in Leoben ein, um über Potenziale und Zukunftstrends in diesem Bereich zu konferieren. Auch dieses Mal wurde das Kolloquium gemeinsam von PCCL und Department Kunststofftechnik (Lehrstuhl für Chemie der Kunststoffe) organisiert.

"Print & Coat" was the theme of the 27th LKK: from 19 to 20 April 2018 numerous national and international experts from business and science gathered in Leoben to confer on potential and future trends in this area. Once again, the colloquium was organized jointly by PCCL and Department Polymer Engineering and Science. ■



Sportliche Kunststofftechnik & Friends

Die Kunststofftechnik Leoben schlug sich heuer erfolgreich bei zwei Laufbewerben: dem Welschlauf in der Südsteiermark (Bild oben; v.r.n.l. G. Pinter, P. Guttmann gemeinsam mit H. Thiel einem KT-Absolvent) und dem Brucker Businesslauf (Bild unten).

This year, Kunststofftechnik Leoben was successful in two running competitions - the Welschlauf in Südsteiermark (picture above, by G. Pinter, P. Guttmann, H. Thiel KT Graduate) and the Brucker Businesslauf (picture below). ■



Zwick Roell Forum Kunststoffprüfung

Über 40 Teilnehmerinnen und Teilnehmer nahmen am 27. Juni 2018 am Zwick Roell Forum zum Thema Kunststoffprüfung teil. Als Location für die Veranstaltung wählte man außerdem eine ganz besondere: das mechanische Prüflabor am Lehrstuhl Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe im Tiefgeschoss des Zentrums für Kunststofftechnik.

More than 40 participants attended the Zwick Roell Forum on polymer testing on 27 June 2018. The location for the event was also chosen as a very special one: the mechanical testing laboratory at the chair of Materials Science and Testing of Polymers in the basement of the Center for Polymer Technology. ■



Department-Ausflug zum Bründlweg

Der zweijährliche gemeinsame Ausflug des Departments am 08. Juni 2018 führte auf den Pogusch, gemeinsam wurde der Bründlweg erwandert und anschließend im Wirtshaus Steirereck eingekehrt.

Every two years, the Department Polymer Engineering and Science undertakes a joint excursion. On June 8, 2018, people met at the Pogusch and hiked the Bründlweg. ■

2019



Kontakt

Department Kunststofftechnik
an der Montanuniversität Leoben
Otto Glöckel-Straße 2 | 8700 Leoben | Österreich
+43 3842 402 2101 | kunststofftechnik@unileoben.ac.at
www.kunststofftechnik.at

Contact

Department Polymer Engineering and Science
at Montanuniversität Leoben
Otto Glöckel-Straße 2 | 8700 Leoben | Austria
+43 3842 402 2101 | kunststofftechnik@unileoben.ac.at
www.kunststofftechnik.at