

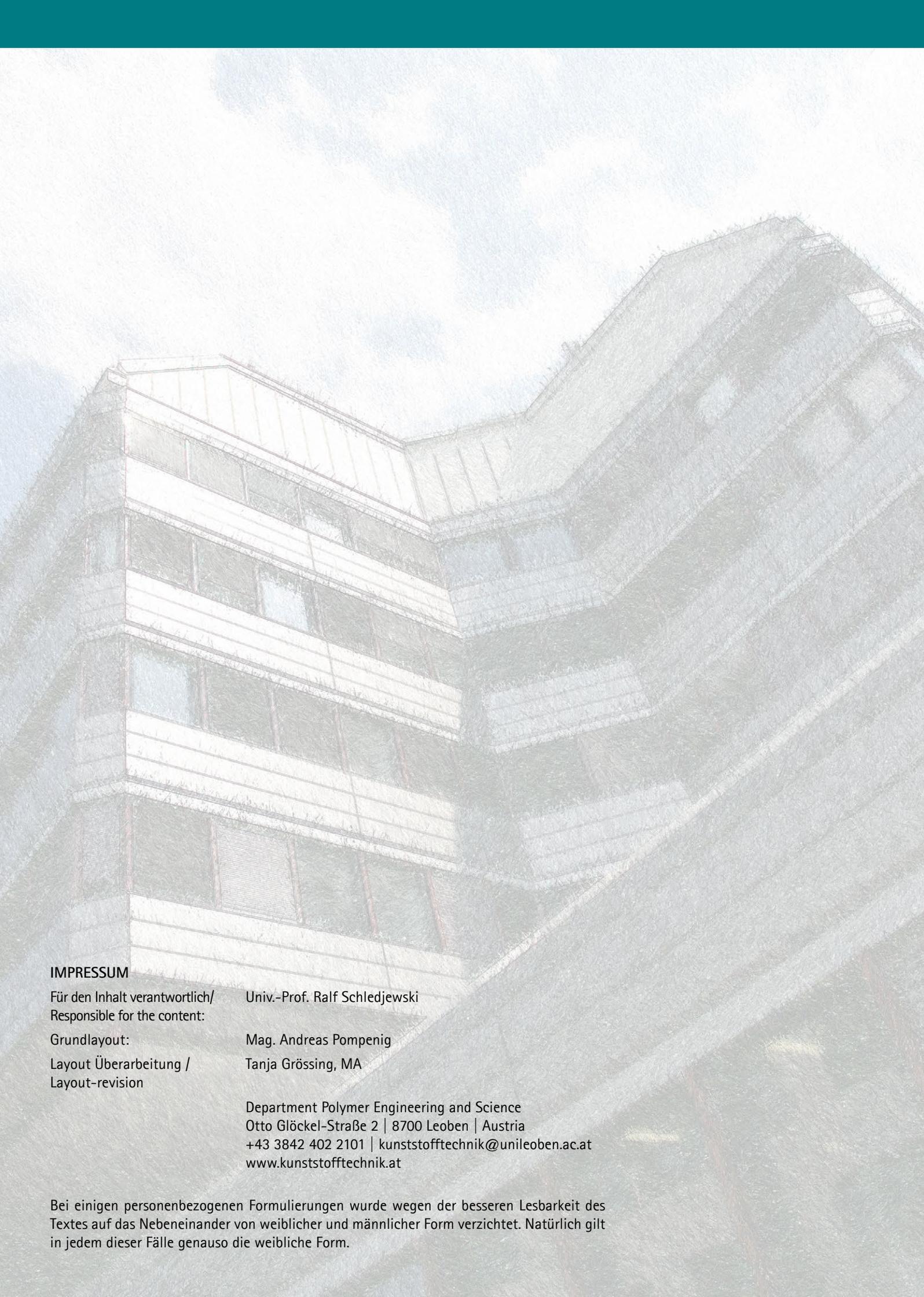


ZWEIJAHRESBERICHT BIENNIAL REPORT

2015 - 2016

 **KUNSTSTOFF
TECHNIK
LEOBEN**

www.kunststofftechnik.at



IMPRESSUM

Für den Inhalt verantwortlich/
Responsible for the content:

Univ.-Prof. Ralf Schledjewski

Grundlayout:

Mag. Andreas Pompenig

Layout Überarbeitung /
Layout-revision

Tanja Grössing, MA

Department Polymer Engineering and Science
Otto Glöckel-Straße 2 | 8700 Leoben | Austria
+43 3842 402 2101 | 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.

Inhaltsverzeichnis

Table of Contents

6

Department Kunststofftechnik

Department Polymer Engineering and Science

16

Forschung & Projekte

Research & Projects

52

Lehre

Academic Teaching

62

Kooperationen

Cooperation

68

Ehrungen & Preise

Honors & Awards

74

Veranstaltungen

Events





DEPARTMENTLEITUNG

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



Vorwort Preface

Es ist mal wieder soweit. Weitere zwei Jahre sind vergangen und es ist Zeit erneut Bilanz zu ziehen. Das Department Kunststofftechnik an der Montanuniversität Leoben hat sich auch in den vergangenen beiden Jahren sehr positiv entwickelt. Dies zeigt sich unter anderen auch beim Personalstand: Ende 2016 waren insgesamt 135 Personen (91 VZÄ) am Department beschäftigt, der überwiegende Teil davon wurde aus Drittmitteln finanziert. Wir sind damit ein schlagkräftiges Team, das in einer sinnvollen Verwendung von Kunststoffen einen Schlüssel für die zukunftsorientierte und nachhaltige Entwicklung unserer Gesellschaft sieht. In Kapitel 1 stellen sich das Department und die dort organisierten Lehrstühle kurz vor.

Die Basis für eine breit aufgestellte Forschung rund um das Thema Kunststoffe, ist die Arbeit im Rahmen von Projekten, in direkter Auftragsforschung für Kunden aus der Industrie oder in Verbundvorhaben mit finanzieller Förderung aus unterschiedlichen Quellen. Dabei arbeiten wir anwendungsrelevant, aber immer auch mit entsprechender Fokussierung auf grundlagenorientierte Fragestellungen. Im vorliegenden Bericht stellen wir eine Vielzahl von Projekten der Jahre 2015 und 2016 in kurzer Form vor (siehe hierzu Seiten 16–51).

Ausführlicher wurden unsere Forschungsergebnisse in Form von Vorträgen und Postern auf nationalen und internationalen Konferenzen, Workshops und Seminaren einem großen Publikum vorgestellt und intensiv diskutiert. Außerdem sorgen wir für eine nachhaltige Dokumentation indem wir Aufsätze in verschiedenen Medien, wissenschaftlichen und populärwissenschaftlichen Zeitschriften sowie Tagungsbänden veröffentlichen. Mehr als 200 Publikationen kommen so Jahr für Jahr zusammen. Wer hier Interesse hat, sich weitergehend zu informieren, sollte einmal das Forschungsportal PURE auf der Homepage der Montanuniversität besuchen.

Again two years have gone and it is time to resume this period. The Department Polymer Engineering and Science at Montanuniversitaet Leoben has developed very well. Beside others our staff indicates this: At the end of 2016 in total 135 staff members (91 FTE) have been employed, most of them have been financed by third party funding. So, we are a powerful team believing the reasonable use of polymers is a key element for a positive development of our society. In chapter 1 a short introduction about the department and chairs is given.

An extensive research covering all aspects of polymers is elaborated in frame of projects which are performed in direct cooperation with industrial partners or organized in multi-partner collaboration receiving financial support from different sources. Our research work is application related, but always we are also focusing related fundamental topics. This report presents several projects we have work on in the years 2015 and 2016 (see pages 16–51).

More detailed we presented and discussed with the community results of our projects in form of presentations and posters on national and international conferences, workshops and seminars. Furthermore, we ensure a durable documentation by paper publications in scientific and popular scientific journals as well as proceedings. More than 200 publications each year! Those interested in more details are recommended to have a look to the PURE site at the homepage of our university.

Our dynamic research work we are also using in frame of our educational tasks. Polymer engineers educated at Montanuniversitaet Leoben do have a good overview about most recent developments in the field. Generally our students are educated broadly



Die große Dynamik im Forschungsbereich nutzen wir auch, um die Ausbildung der Kunststofftechniker an der Montanuniversität Leoben mit neuesten Entwicklungen bereichert und stets aktuell zu gestalten. Durch die Aufstellung der Kunststofftechnik bieten wir eine Ausbildung, die nicht nur breit, gemäß unserem Leitbild „Vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt“, alles abdeckt. Wir bieten den Studierenden auch eine Detailtiefe, die während des Masterstudiums eine individuelle Schwerpunktsetzung ermöglicht. Verstärkt arbeiten wir derzeit an einer weitergehenden Internationalisierung. Kapitel 3 liefert hier weitergehende Informationen.

Kunststofftechnik Leoben steht außerdem synonym für Kooperation: sowohl innerhalb des Departments in Form von lehrstuhlübergreifender Zusammenarbeit, aber auch universitätsintern und außeruniversitär. Einen kurzen Einblick hierzu geben wir in Kapitel 4. Die Forschungsergebnisse der Kunststofftechnik wurden in Form von Auszeichnungen für Personen und Projekte bzw. Projektergebnissen mehrfach gewürdigt (siehe Seiten 68–72). Wir verstehen dies als Anerkennung für die Qualität unserer Arbeit und bedanken uns bei den Juroren für ihr positives Votum. Ob wissenschaftliche Community, breite Öffentlichkeit oder insbesondere auch Jugendliche kurz vor der Entscheidung für oder gegen ein Studium, die wir als unsere Zukunft verstehen – die Kunststofftechnik Leoben organisiert sehr erfolgreich diverse Veranstaltungen für jede dieser Gruppen (siehe Seiten 74–79).

Im Namen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Kunststofftechnik, die durch ihr persönliches Engagement das in diesem Bericht dargestellte erarbeitet haben, wünsche ich eine interessante Lektüre.

according to our guiding principle “From raw material to final component”. Especially within the master program the students are able to define their own field of special interest, allowing them to get a very deep insight there. Currently we are aiming to become more international in our study program. Chapter 3 delivers more detailed information.

“Polymer Engineering and Science” stands synonymously for cooperation, within the groups of our department, within the university and with outside the university. Some more information you will find in chapter 4. Our research work received several awards for individuals and projects or project results (see pages 68–72). We believe this to be an acknowledgement of the high quality level of our research and like to thank those how have decided about these awards. Whether scientific community, the general public or especially young people how have to decide whether or not they want to start a study program, which by the way we believe them to be our future, we are organizing very successful events for each of these groups (see pages 74–79).

In the name of all employees of the department, these are the people who have elaborated all the content presented in this report, I hope you will enjoy reading this document.

Glück Auf!

Prof. Ralf Schledjewski



KAPITEL 1



KUNSTSTOFFTECHNIK LEOBEN

POLYMER ENGINEERING AND SCIENCE LEOBEN

1



AUF EINEN BLICK

- Mehr als 100 Kunststofftechnikerinnen & Kunststofftechniker
- Moderner Maschinenpark & ausgezeichnete Infrastruktur auf über 6000 m²
- Partnerschaft mit Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL)
- Kooperationen mit internationalen Unternehmen & Universitäten seit mehr als 45 Jahren

Department Kunststofftechnik

Department Polymer Engineering and Science

Die Kunststofftechnik Leoben ist ein international anerkanntes Zentrum für Kunststoffe und kann auf mehr als 45 Jahre Erfahrung und Innovation zurückblicken. Als renommierter Partner von Industrie und Wirtschaft wird großer Wert auf die enge Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Unternehmen gelegt.

Die gemeinsam mit der Industrie durchgeführten Forschungsprojekte - vom kleinen Dienstleistungsprojekt bis zum internationalen EU-Projekt - befassen sich mit der Herstellung, Verarbeitung und Anwendung von Kunststoffen sowie der Erforschung ihrer physikalischen, chemischen und technologischen Eigenschaften. 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 und die werkstoffgerechte Auslegung von Bauteilen.

Die sechs Lehrstühle der Kunststofftechnik Leoben verstehen sich als universelle Ansprechpartner. Dem Leitbild „Vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt“ entsprechend, werden Dienstleistungen von der Chemie der Kunststoffe über die Werkstoffphysik und Werkstoffprüfung, das Konstruieren in Kunststoffen und die Kunststoffverarbeitung bis zum praktischen Einsatz von Kunststoff-Bauteilen und dem Recycling angeboten.

Neben Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten ist die Kunststofftechnik Leoben auch ein wichtiger Ausbildungspartner. Viele Kurse werden in Zusammenarbeit mit der Industrie angeboten. Die wichtigsten kunststofftechnischen Fachbereiche entlang der Wertschöpfungskette sind in das Ausbildungsprogramm der Studienrichtung Kunststofftechnik integriert. Diese fundierte Ausbildung, in Kombination mit dem sechsmonatigen Pflichtpraktikum, bereitet die Studierenden optimal auf das Berufsleben vor.

The Department of Polymer Engineering and Science at the Montanuniversität Leoben is an internationally recognized research institution which has been working in the field of polymer engineering and science for over 40 years.

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. The Department of Polymer Engineering and Science comprises eight floors across a total area of 6,597 square meters. With its state-of-the-art research facilities, including more than 300 machines, it ticks all the boxes.

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.

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.



LEHRSTUHLEITUNG

Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Kern
 wolfgang.kern@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2301



Chemie der Kunststoffe

Chemistry of Polymeric Materials

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. Die personelle Grundausstattung des Lehrstuhls umfasst einen Universitätsprofessor (W. Kern), zwei Universitätsdozenten (N. Aust, T. Griesser), einen Assistenzprofessor (G. Rieß) sowie vier allgemeine Bedienstete. Eine weitere wesentliche Säule des Lehrstuhles sind drittmittelfinanzierte Forschungsprojekte und Untersuchungsaufträge. Aus diesen Drittmitteln werden zusätzliche 14 Mitarbeiter am Lehrstuhl beschäftigt (Stand 2016). Darüber hinaus tragen Mitarbeiter der Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL), die ihre Forschungsarbeit am Lehrstuhl ausführen, entscheidend zum Erfolg bei.

Besonders erfreulich war im Jahr 2016 die positive Zwischenevaluierung des Christian Doppler (CD) Labors für „Inkjet-Druckertinten auf Polymerbasis“ (Prof. Griesser). Damit ist die plangemäße Fortsetzung des CD Labor bis 12 / 2018 gesichert.

Im Bereich der Chemie der Kunststoffe werden folgende Schwerpunkte behandelt:

- Photochemie an Polymeren (Synthese und Photostrukturierung UV-reaktiver Polymere, lichtinduzierte Polymerisation, optische Strukturen)
- Funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis (Christian Doppler Labor)
- 3D-Druck mit biokompatiblen und lichtreaktiven Harzsystemen
- Vernetzte Polymere (thermische und strahlungsinduzierte Härtung / Vernetzung von Polymeren und Compositen)
- Oberflächenmodifizierung und -funktionalisierung von Kunststoffen (Corona- und Plasmaaktivierung, UV-Aktivierung, Aufbringung von Beschichtungen)
- Funktionalisierung von anorganischen Oberflächen, z. B. oxidische Partikel, Fasern, Metalle, mit organischen Gruppen („self-assembled monolayers“, Silankopplungen, Photoinitiatoren an Oberflächen etc.)
- Selektive Barriere-Eigenschaften von Polymeren
- Molekulare Charakterisierung von Polymeren (Größenausfluß-Chromatographie, Trenn- und Fraktionieretechniken, Spektroskopie etc.)

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. The basic personnel infrastructure comprises one full professor (W. Kern), two associate professors (N. Aust, T. Griesser), one assistant professor (G. Rieß) 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, additional 14 employees status 2016) are financed. Moreover, several employees of PCCL perform their research work at the chair and contribute to the overall success.

In 2016, the Christian Doppler (CD) Laboratory for Functional and Polymer based Ink-Jet Inks was evaluated, and the result was very positive. Based on this evaluation, the runtime of the CD laboratory is extended until 12/2018, and the research work will be continued according to the proposal (Prof. Griesser).

Regarding research in the field of Polymer Chemistry, the following topics are being addressed:

- Photochemistry of polymers (synthesis and photopatterning of UV reactive polymers, light induced polymerization, optical structures)
- Functional and Polymer based Ink-Jet Inks (Christian Doppler Laboratory)
- 3D printing with bio-compatible and light reactive resins
- Cross-linked polymers (thermal and radiation assisted cross-linking / curing of polymers and composite materials)
- Surface modification and activation of polymers (plasma, corona, UV; functional coatings)
- Functionalization of inorganic surfaces such as oxidic fillers, fibers, and metals with organic groups (self assembled monolayers, silane coatings, immobilized photoinitiators etc.)
- Selective barrier properties of polymers
- Molecular characterization of polymers (size exclusion chromatography, fractionation techniques, spectroscopy etc.)



LEHRSTUHLLEITUNG

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



Konstruieren in Kunst- und Verbundstoffen

Designing Plastics and Composite Materials

Nach dem Neustart des Lehrstuhls im Zuge der Berufung von Professor Schuecker im Jahr 2014 standen die Jahre 2015 und 2016 ganz im Zeichen des Aufbaus und der Neuausrichtung in Forschung und Lehre. Die nun behandelten Themen sind in die beiden Bereiche Hochleistungs-Verbundwerkstoffe bzw. Polymere und Interfaces gegliedert. Als Basis dient der methodische Zugang über die Simulation unter Anwendung der Finite-Elemente Methode (FEM) in Kombination mit Optimierungsmethoden oder analytischen Ansätzen. Damit kann das Zusammenspiel von Material- und Struktureigenschaften hinsichtlich des mechanischen und thermo-mechanischen Verhaltens auf verschiedenen Längenskalen untersucht werden. Die Fragestellungen spannen sich dabei von der Entwicklung komplexer, nicht-linearer Materialmodelle, über Mehrskalens-Ansätze zur Verknüpfung von Mikro- und Makro-Struktur, bis hin zur Versagensanalyse von Bauteilen.

Die Aufbauarbeit am Lehrstuhl umfasste vor allem die Anschaffung und Inbetriebnahme einer leistungsstarken EDV einerseits sowie die Neubesetzung sämtlicher wissenschaftlicher Stellen am Lehrstuhl andererseits. Neben zwei DoktorandInnen konnte mit Herrn Dr. Martin Pletz ein erfahrener Post-Doc-Mitarbeiter gewonnen werden, der als Team-Leader für den Bereich Polymere und Interfaces zuständig ist. Als Absolvent der Kunststofftechnik mit anschließendem Doktorat über Simulation von metallischem Kontakt und mehrjähriger wissenschaftlicher Tätigkeit im Bereich Bruchmechanik von keramischen Strukturen, ist er für typische Problemstellungen im Bereich polymerer Anwendungen sowie der besonders komplexen Schnittstellenproblematik bei modernen Material-Hybridbauweisen bestens gerüstet.

Die Neuausrichtung des Lehrstuhls spiegelt sich auch in der Lehre wider: Im Zuge der Umstellung auf das neue Curriculum 2015 wurde die Methode der Finiten Elemente im Pflichtbereich des Masters für Kunststofftechnik verankert, um der gestiegenen Bedeutung dieser ingenieurtechnischen Methode Rechnung zu tragen. Des Weiteren wurden die bestehenden Lehrveranstaltungen modernisiert und zusätzliche integrative Vorlesungen zu den Themen FEM-Simulation, Optimierung und Materialmodellierung im Wahlfachbereich aufgebaut.

After the re-launch of the Chair following the appointment of Professor Schuecker in 2014, the subsequent years 2015 and 2016 were devoted to developing and refocusing the Chair's research and teaching activities. The research topics at the Chair are divided into the two areas "High Performance Composites" and "Polymers and Interfaces". In both areas, the methodological approach is based on simulations using the Finite Element Method (FEM) combined with optimization or analytical methods which is used to investigate the interaction of material- and structural properties with respect to mechanical and thermo-mechanical behavior at various length scales. Questions range from the development of complex non-linear material models, to multi-scale approaches for linking the response of micro- and macrostructures, to structural analysis of components.

The development of the Chair covers the acquisition and installation of high-performance IT-infrastructure and the hiring of new scientific staff. In addition to two doctoral students, a post-doctoral position could be filled with Dr. Martin Pletz, an experienced researcher who is now responsible for the area of Polymers and Interfaces as team leader. Earning his Master's degree in Polymer Engineering and Science in Leoben, followed by a PhD on simulation of metallic contact and several years of scientific research in the field of fracture mechanics of ceramic structures, Dr. Martin Pletz is the perfect candidate for tackling typical issues in the field of polymer applications including the complex interface problems arising in modern hybrid-material structures.

The refocusing of the Chair is also reflected in its teaching activities, where the Finite Element Method was anchored in the compulsory part of the master's program for Polymer Engineering and Science with the change of the Curriculum in 2015. This change accounts for the increased importance of numerical simulation methods of today's engineering practice. Furthermore, existing lectures were modernized and additional integrative lectures on the subjects of FEM-simulation, optimization, and material modelling were implemented among the elective courses.



LEHRSTUHLEITUNG

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



Kunststoffverarbeitung

Polymer Processing

Der Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung beschäftigt sich seit über 45 Jahren mit den vielfältigen Aspekten der Kunststoffverarbeitung. Das bestens ausgestattete Technikum mit modernen Maschinen und Anlagen ist international herausragend. Dadurch wurde eine umfassende Erfahrung und spezielles Know-How vor allem in den folgenden Gebieten der Kunststoffverarbeitung aufgebaut:

Spritzgießen

- Sensorik und Aktorik in Spritzgieß-Werkzeugen
- Qualitätskonzepte für das Spritzgießen
- Entformungsverhalten

Extrudieren und Compoundieren

- Schäumen
- Regelkonzepte für die Steigerung der Qualität
- Entwicklung neuer Compounds

Recycling

- Massgeschneiderte Rezyklate für technisch komplexe Anwendungen
- Konzepte für ein werkstoffliches Recycling bis hin zur CO₂-Neutralität (z. B. r²PET)
- Erstellen von Ökobilanzen

Additive Herstellung (3D-Druck)

- Materialentwicklung: hoch gefüllte Systeme mit Metall- oder Keramikpulver, modifizierte Polyolefine
- Verfahrensentwicklung: Optimieren des Prozesses, Charakterisierung der Haftung, Qualitätskonzepte

Stoffdatenbestimmung

- Rheologische und thermodynamische Stoffdaten für FEM-Simulationen
- Rheologie von hochgefüllten Polymersystemen
- Charakterisierung des Fließverhaltens von PIM-feedstocks

Simulation

- Simulation beim Spritzgießen, Extrudieren und Thermoformen
- Einfluss von Stoffdaten auf Simulationsergebnisse
- Modellierung und Simulation von Schnecken, Düsen und Mixern

Unsere Ziele:

- Verstehen und gezielte Beeinflussung von Prozesse bei der Verarbeitung der Kunststoffe -> 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

The Chair of Polymer Processing looks back on 40 years of success story. The chair addresses current research fields such as nanotechnology, waste utilization, energy savings, ... 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 demolding forces

Extrusion and Compounding

- Foaming
- Development of control strategies for high quality
- Development of tailor made compounds

Recycling

- Taylor made recyclates for technical complex applications
- Concepts for material recycling up to CO₂-neutrality (e.g. r²PET)
- Ecobalances

Additive Manufacturing (3D-printing)

- Material development: highly filled systems with metal or ceramic powders, modi-fied polyolefines
- Process development: optimisation of process, characterisation of bonding, con-cepts for high quality

Material Data Measurement

- Rheological and thermodynamical data for FEM-simulations
- Rheology of highly filled polymer systems
- Characterization of the flow behaviour of PIM-feedstocks

Simulation

- Simulation in injection moulding, extrusion, additive manufacturing
- influence of material data on simulation results
- Modelling of screws, dies, and mixing elements

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



LEHRSTUHLLEITUNG

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



Spritzgießen von Kunststoffen

Injection Moulding of Polymers

Die Spritzgießtechnik nimmt innerhalb der Kunststoffwirtschaft eine besondere Position ein, da sie mit ihrem hohen Innovationspotenzial in vielen Branchen Technologietreiber ist.

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 angewandte Rheometrie auf Spritzgießmaschinen.

In der Lehre wollen wir den Studierenden neben dem spritzgieß-technischen 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 Klein- und Mittelbetriebe legen.

Schwerpunkte:

- Systematische Entwicklung von Spritzgießteilen und -systemen mit besonderer Berücksichtigung der Simulation
- Angewandte Rheometrie auf Spritzgießmaschinen für Thermoplaste und Kautschuke
- Spritzgussimulation für Thermoplaste und Elastomere
- Prozessoptimierung und robuste Prozessführung für Elastomere und Thermoplaste
- Elastomerspritzgießen
- Variothermes Spritzgießen für Thermoplaste und Elastomere
- Spritzgießcompounding und Materialentwicklung von Polymer Nanocomposites
- Benetzungsverhalten von Polymerschmelzen
- Oberflächenstrukturen und Erscheinungsbild von Spritzgießteilen (in Kooperation mit dem PCCL)
- Reibung und Verschleiß in der Kunststoffverarbeitung

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.

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.

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. Co-operation with the plastics industry strongly focused on small- and medium-sized companies occupies a central position in our research activities.

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 moulding machines
- Injection moulding simulation for thermoplastics and rubber compounds
- Process optimisation with focus on robust process control for thermoplastics and elastomers
- Rubber injection moulding
- Rapid heat cycle moulding for thermoplastics and elastomers
- Injection moulding compounding and material development of Polymer Nanocomposites
- Wetting behavior of polymer melts
- Characterisation of surface topography and visual appearance (in cooperation with PCCL)
- Friction and wear analysis on plastics tool steels



LEHRSTUHLEITUNG

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



Verarbeitung von Verbundwerkstoffen

Processing of Composites

Verbundwerkstoffe bilden eine hervorragende Basis, Leichtbaulösung umzusetzen und können damit zur Ressourcenschonung beitragen. Der sinnvolle Einsatz von Verbundwerkstoffen stellt daher einen Schlüssel für die zukunftsorientierte und nachhaltige Entwicklung unserer Gesellschaft dar. Dies ist die Vision, der sich die Mitarbeiter des Lehrstuhls 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 folgende Forschungsschwerpunkte:

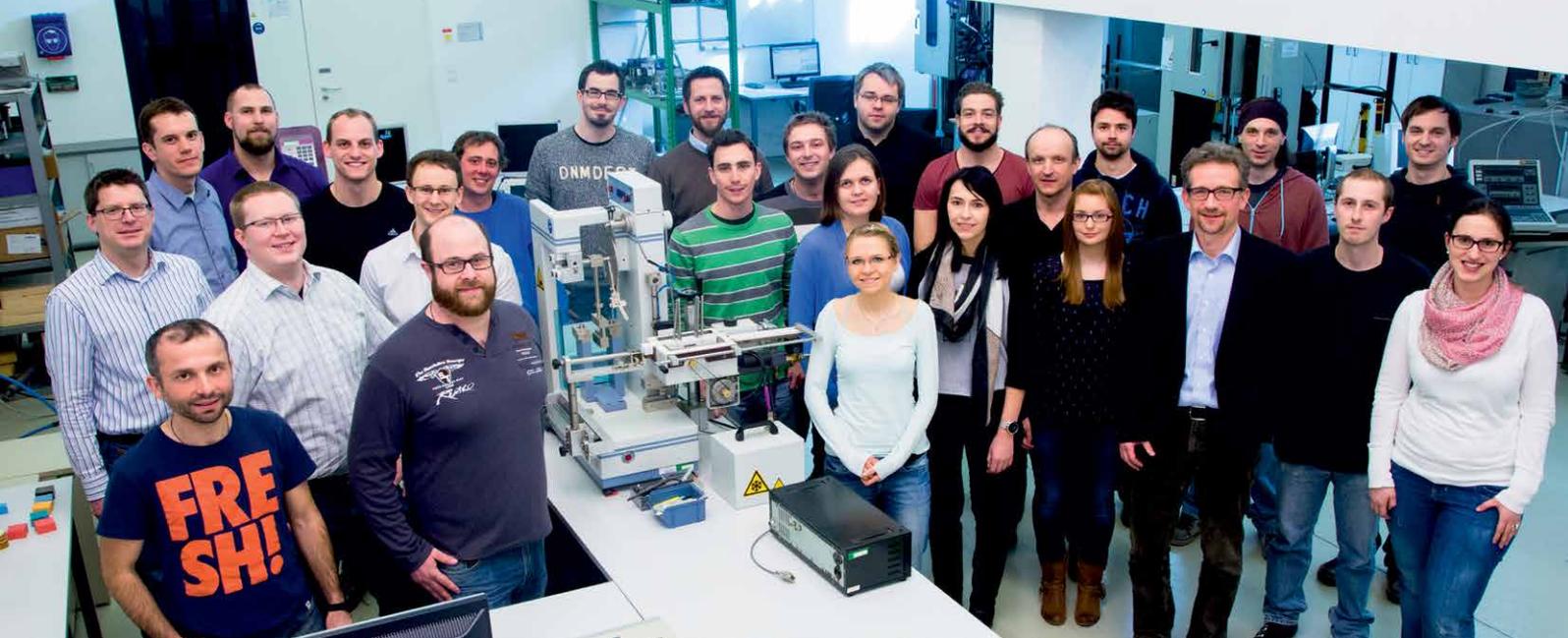
- Prozessentwicklung
- Wechselwirkung Prozess-Materialstruktur-Bauteileigenschaften
- Prozessmodelle und Prozesssimulation
- Prozessautomation
- Prozessoptimierung
- Wirtschaftlichkeitsbewertung

Die Jahre 2015 und 2016 waren eine Zeit, die den Übergang des Lehrstuhls von einer Aufbauphase hin zu einer der Forschung und Lehre gewidmeten Arbeit bedeutet. Kooperative Forschungsvorhaben bilden dabei die Basis für anwendungsorientierte Fragestellungen im Forschungsbereich. Solche Projekte sichern aber auch den Freiraum, Themen tiefergehend und mit grundlegender Ausrichtung zu untersuchen. Die Einbindung von Studenten in die Projekte und die Verwendung der Grundlagenergebnisse bereichern zudem die Lehre. Mit insgesamt einem außereuropäisch, einem europäisch und sieben national geförderten Projekten im betrachteten Zeitraum waren im Dezember 2016 insgesamt 30 Personen (19,5 VZÄ) am Lehrstuhl (inklusive dem Christian Doppler Labor für Hocheffiziente Composite Verarbeitung) beschäftigt. Damit war die Basis gegeben, um in insgesamt gut 50 Publikationen die Arbeitsergebnisse der Gruppe der 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 Chair of Processing of Composites have dedicated their individual work. As a result, the mission of the chair is the development of processing techniques of polymer-based fiber reinforced composite materials. Accordingly, the main research topics are:

- Process development
- Relationship process-material structure-component properties
- Process modelling and process simulation
- Process automation
- Process optimization
- Economic assessment

2015 and 2016 has been a changing period. The ramp-up phase finished and research and educational tasks became more important. Cooperative research projects deliver the basis for application-near research topics. Furthermore they offer possibility to study fundamental aspects. Also education is stimulated by using fundamental research results in lectures and involving students in project work. In total one non-European, one European and seven national funded projects have been the basis to reach a 30 person staff (19,5 FTE) in December 2016 at the chair, including the Christian Doppler Laboratory for High Efficient Composite Processing. This was the basis to publish in more than 50 contributions the results of the group elaborated and spread them into the community.



LEHRSTUHLEITUNG

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



Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe

Materials Science and Testing of Polymers

Der Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe (WPK) agiert als Bindeglied zwischen der Materialsynthese und -modifikation einerseits und der Kunststoff- und Verbundwerkstoffverarbeitung sowie der Konstruktion und Bauteil-auslegung andererseits. Der Lehrstuhl verfügt mit einem Universitätsprofessor, einem Assistenzprofessor, einem Senior Researcher, zwei Universitätsassistenten und 3 allgemeinen Bediensteten über 8 global finanzierte Mitarbeiter. Zusätzlich beschäftigt das WPK über drittmittelfinanzierte Forschungsprojekte ca. 20 Mitarbeiter (13 Vollzeitäquivalente).

Die generellen Forschungsziele des WPK beruhen auf zwei wesentlichen Ansätzen:

- Aufstellung von Struktur-Eigenschafts-Performance-Zusammenhängen in polymeren Werkstoffen aller Größenordnungen (molekular-nano-mikro-meso-makro) mit dem Ziel einer Materialoptimierung und -entwicklung
- Modellierung und Vorhersage von Struktur- und Funktionseigenschaften mit dem Ziel des Designs und der Optimierung von Bauteilen

Die Ausrichtung der Forschung erfolgt insbesondere unter den Aspekten der Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung durch Verknüpfung von Werkstoff- und Energieeffizienz. Diese übergeordneten Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls bilden sich in folgenden Arbeitsbereichen ab:

- Morphologie und Strukturanalyse (Mikroskopie, Thermoanalyse, Spektroskopie, Röntgenanalyse)
- Mechanisches Verhalten (Kriechen, Crash und Impact, Ermüdung, Bauteilprüfung, Bruchmechanik)
- Thermische und optische Eigenschaften
- Alterung (Temperatur, Medien)
- Materialgesetze, Versagenskriterien, Lebensdauer-Modellierung

The Institute of Materials Science and Testing of Polymers (WPK) is acting as a link between material synthesis and – modification, component design and processing. The personnel of WPK consists of 1 University-Professor, 1 Assistant Professor, 1 Senior Researcher, 2 University Assistants, 2 Technicians and a Secretary. In addition WPK employs 20 researchers and technicians (13 full time equivalents) that are financed by cooperation's with industry.

The main research goals of WPK are based on two fundamental approaches:

- Establishment of structure-property-performance relationships in polymeric materials on all size scales (molecular-nano-micro-meso-macro) with the goal of material-optimization and -development
- Modelling and prediction of structural and functional properties with the goal of designing and optimizing components

Our research is based on the premise of saving resources and sustainability by combining material and energy-efficiency. The above described research goals of WPK are represented in following working areas:

- Morphology and structural analysis (microscopy, thermo-analysis, spectroscopy, x-ray analysis)
- Mechanical behaviour under complex loading (creep, crash and impact, fatigue, component testing, fracture mechanics)
- Thermal and optical properties
- Ageing (temperature, environment)
- Material laws, failure criterias, life-time modelling



Dienstleistungen

Services

Getreu dem Leitbild „Vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt“ stellt das Department Kunststofftechnik in 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. Antragsstellung für Fördergelder) sowie Beratungs- bzw. Schulungsangebote ergänzen Leistungspalette.

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 such as injection moulding compounding, expansion injection moulding and exjection

Testing and Analysis

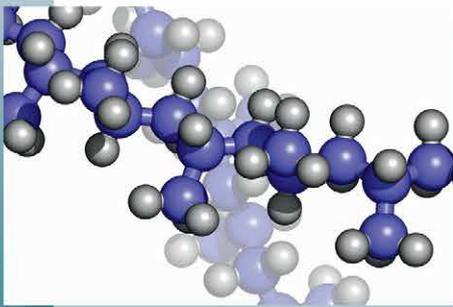
- Polymer testing and identification
- Morphological and structural analysis
- Mechanical and physical material testing
- Surface analysis
- Component testing and failure analysis
- Material selection and material development

Sustainability

- Process analysis
- Life cycle assessment

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

Vom Rohstoff zum fertigen Produkt



Recycling





KAPITEL 2



FORSCHUNG & PROJEKTE

RESEARCH & PROJECTS

2



Forschung an der Kunststofftechnik Leoben

Research at the Department of Polymer Engineering and Science Leoben

Entsprechend der Kernkompetenzen der Montanuniversität Leoben entlang der Wertschöpfungskette integriert auch die Kunststofftechnik alle notwendigen Fachbereiche „Vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt“: von der Chemie der Kunststoffe über die Werkstoffphysik und -prüfung, das Konstruieren in Kunststoffen und die Kunststoffverarbeitung bis zum praktischen Einsatz von Kunststoff-Bauteilen und dem Recycling. Dementsprechend breitgefächert sind auch die Forschungsthemen, die in der Kunststofftechnik in Leoben behandelt werden.

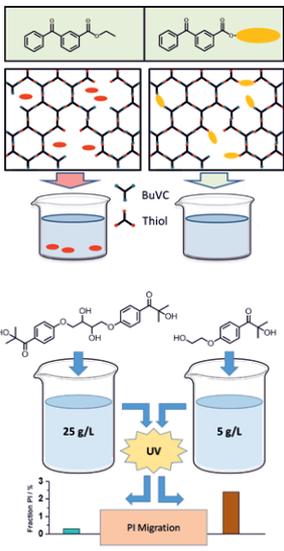
Die operative Umsetzung der Themen erfolgt größtenteils in geförderten Projekten, wobei unterschiedliche nationale oder internationale (EU) Förderinstrumentarien genutzt werden. Auf dem Gebiet der vorwettbewerblichen kooperativen Forschung mit Unternehmen ist das Department als wissenschaftlicher Partner maßgeblich am Forschungsprogramm der Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL) beteiligt. Zudem stärken das Forschungsprofil der Kunststofftechnik in Leoben zwei Christian Doppler (CD) Labore zu den Themen „Funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis“ (Leiter: Assoz. Prof. Dr. Thomas Griesser) und „Hocheffiziente Composite Verarbeitung“ (Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski). Der wissenschaftliche Output der Projekte 2015/2016 war sehr überzeugend: 30 Dissertationen wurden abgeschlossen und die Erkenntnisse in mehr als 250 Vorträgen und über 400 Publikationen international verbreitet.

Die Beiträge auf den folgenden Seiten bieten einen Einblick in die breit aufgestellte Forschungstätigkeit der letzten beiden Jahre; in zahlreichen Einzelprojekten wurden zentrale Fragestellungen bearbeitet und innovative Lösungsansätze generiert. Geprägt waren die Arbeiten dieser Forschungsperiode 2015/2016 von folgenden Themenbereichen: Additive Fertigung, Energieeffizienz in Verarbeitung und Anwendung, Leichtbau und Hybridstrukturen, Oberflächeneigenschaften, Biogene Kunststoffe, Lebensdauer vorhersage-Konzepte sowie Recycling.

In accordance with the core competencies of the Montanuniversität Leoben, the Department of Polymer Engineering and Science integrates all 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 (PCCL). 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: 30 dissertations have been completed and in more than 200 oral presentations and more than 400 publications scientific knowledge has been presented internationally.

The contributions on the following pages provide an insight into the broad-based research activity of the last two years; in numerous individual projects, central questions were dealt with and innovative solutions were generated. The work of this research period 2015/2016 was characterized by the following topics: Despite the broad range of projects an emphasis on the following topics can be identified: additive manufacturing, energy efficiency in processing and application, lightweight constructions and hybrid structures, surface characteristics, biogenous plastics, lifetime estimation and recycling.



AUF EINEN BLICK

Digitaldruck von UV-härtenden Tintensystemen im Lebensmittelverpackungsbereich

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



Migrationsarme Photoinitiatoren für die UV-Härtung von Kunstharzen

Low-migration Photoinitiators for the Curing of Synthetic Resins

Im Laufe des letzten Jahrzehnts hat das Thema Digitaldruck von UV-härtenden Tintensystemen im Lebensmittelverpackungsbereich aufgrund seiner Vielseitigkeit und Flexibilität großes Interesse geweckt. Um diese Tinten auf Materialien, welche im direkten Kontakt mit Lebensmitteln stehen, einsetzen zu können, ist es erforderlich mehrere Limitierungen zu überwinden. Neben der gut dokumentierten Toxizität von gängigen Acrylaten ist auch die Migration der eingesetzten Photoinitiatoren zu berücksichtigen.

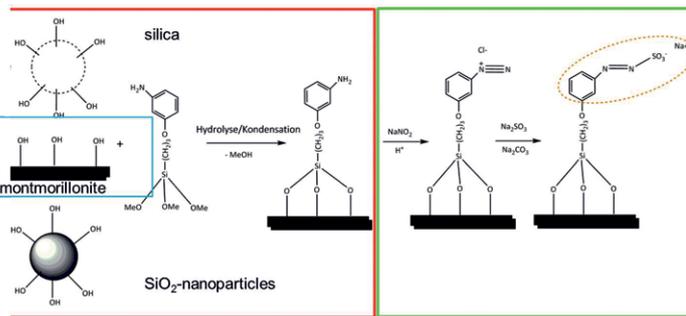
Aus diesem Grund wurden im Christian Doppler Labor für funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis in den letzten zwei Jahren migrationsarme Photoinitiatoren entwickelt. Ein Ansatz bestand darin, kommerziell verfügbare Photoinitiatoren mit Alkylgruppen zu derivatisieren, die in der Lage sind, eine Copolymerisationsreaktion in Thiol-basierten Formulierungen einzugehen. Am Lehrstuhl für Chemie der Kunststoffe konnte erfolgreich gezeigt werden, dass die unerwünschte Migration aufgrund der kovalenten Immobilisierung der photoreaktiven Spezies im Polymernetzwerk signifikant reduziert werden konnte. Infolge dieser Immobilisierung sind Diffusionsprozesse dieser Photoinitiatoren im polymeren Netzwerk stark eingeschränkt.

Ein weiteres Ziel war die Synthese von oligomeren, wasserlöslichen Photoinitiatoren, die hohe Migrationsstabilität aufweisen. Solche Photoinitiatoren können in wasserbasierten UV-härtbaren Tinten angewendet werden, die im Vergleich zu klassischen Acrylat-basierten Systemen mehrere Vorteile, wie z. B. geringe Geruchsbelastung, keine VOCs etc., bieten. Die entwickelten Photoinitiatoren weisen eine hohe Wasserlöslichkeit und zudem ein signifikant geringeres Migrationsverhalten als der kommerziell verfügbare wasserlösliche Photoinitiator Irgacure 2959 auf.

Over the last decade, the topic of digital printing on food packaging materials using UV-based inks has attracted interest, which clearly results from its versatility and flexibility. However, before UV-curable inks can be used routinely on materials which are in contact with food, it is essential to overcome several limitations. Beside the well-documented toxicity of commonly used acrylates, also the migration of the applied photoinitiators is a non-neglectable topic.

In order to overcome this limitation, several low-migration photoinitiators were developed in the Christian-Doppler Laboratory for Functional and Polymer Based Ink-Jet Inks during the last two years. One concept was to derivatize commercially available photoinitiators with alkyne groups which are capable of undergoing a co-polymerization reaction in thiol based formulations. In our laboratories it was demonstrated that the unwanted migration of those photoinitiators is significantly reduced as the photoreactive species is covalently bound to the polymer network and its diffusion processes are inhibited.

Moreover, oligomeric watersoluble photoinitiators were synthesized with the aim to facilitate highly photoactive water-soluble photoinitiators, which offer high migration stability. Such photoinitiators can be applied in water-borne UV-curable inks which provide several benefits compared to classical acrylate based systems, e.g. low odor, no VOCs etc. The developed photoinitiators provide high water solubility together with a significant lower migration behaviour compared to the commercially available watersoluble photoinitiator Irgacure 2959.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Radius-Kelit Infrastructure GmbH, Getzner Werkstoffe GmbH, Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe
- Förderung: FFG-Bridge

Ansprechpartner:
Ass.Prof. Dr. Gisbert Rieß
gisbert.riess@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2311



Reaktiv-Funktionalisierung der Oberflächen von Kunststoffen und Füllstoffen

Reactive functionalization of the surface of polymers and fillers

Die Modifizierung von anorganischen Nanopartikeln ist eine Voraussetzung für die Erzielung verbesserter Eigenschaften und die Entwicklung von Materialien mit neuen Charakteristika. Wenn photoaktive Gruppen an der Oberfläche von Nanopartikeln gebunden sind, kann die Oberfläche durch UV-Bestrahlung modifiziert werden. Daher wurden Nanopartikel, die eine photoreaktive Schale tragen in Bezug auf ihr Verhalten und ihre potenziellen Anwendungen synthetisiert und untersucht. Zu diesem Zweck wurden Verbindungen mit Stickstoff-Stickstoff-Doppelbindungen wie Phenylazid oder aromatischen Diazosulfonatgruppen eingesetzt, die für ihre Photoreaktivität bekannt sind.

Für hydrophobe Polymere wurden aus amino-funktionalisierten SiO₂-Nanopartikeln und 4-Azidophenylisothiocyanat Nanopartikeln mit Azidoberflächen (SiO₂-C₆H₄-N₃) hergestellt. Bei UV-Bestrahlung mit Wellenlängen $\lambda < 280$ nm spaltet die Azido (N₃) -Gruppe ein Stickstoff (N₂) -Molekül ab, um hochreaktive Nitren-Gruppierungen zu ergeben. Beim zweiten Ansatz wurden Siliciumdioxid-Nanopartikel mit Diazosulfonatgruppen (SiO₂-C₆H₄-N₂-SO₃Na) für hydrophile Polymere modifiziert. Die Photolyse der Diazosulfonatgruppe ergab je nach Matrix Phenyl- und / oder Phenol-Einheiten über einen radikalischen bzw. ionischen Mechanismus.

Die Azidophenyl-funktionalisierten Nanopartikel (SiO₂-C₆H₄-N₃) wurden verwendet, um verschiedene hydrophobe Polymere, wie Polyisopren oder Polynorbornen, zu vernetzen. Weiterhin sind diese Nanopartikel in der Lage, unter UV-Bestrahlung an inerte Polymeroberflächen (z. B. Polyethylen) zu koppeln und eine anorganische Schutzschicht an der Oberfläche auszubilden.

Mit Diazosulfonat funktionalisierte Nanopartikel in Polyvinylalkohol (PVA) wurden mit UV-Licht bestrahlt und die Quellungseigenschaften bestimmt. Die Ergebnisse zeigten, dass bei der Bestrahlung der Gelgehalt durch Vernetzung der PVA-Matrix ansteigt. Im Gegensatz hierzu blieb das reine PVA wasserlöslich.

Sowohl Azido- als auch Diazo-funktionalisierte Nanopartikel sind in der Lage mit zahlreichen Matrixpolymeren zu reagieren und es können photohärtbare Nanokomposite, z. B. mit Dien-Kautschuken oder Polyvinylalkohol, erhalten werden.

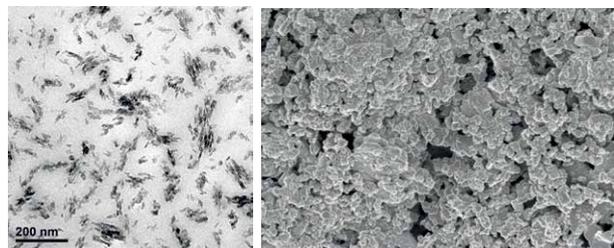
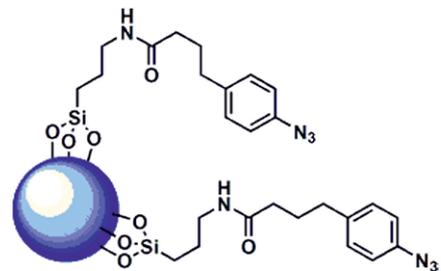
The modification of inorganic nanoparticles is a prerequisite for achieving enhanced properties and designing materials with new characteristics. If photoactive groups are attached to the surface of nanoparticles, the surface can be modified by UV irradiation. Therefore nanoparticles bearing a photo reactive shell have been synthesized and investigated with respect to their behavior and potential applications. For this purpose compounds with nitrogen-nitrogen double bonds such as phenylazide or aromatic diazosulfonate groups have been used: these groups are well known for their photo reactivity.

For hydrophobic polymers nanoparticles bearing azido surface groups (SiO₂-C₆H₄-N₃) were prepared from amino functionalized SiO₂-nanoparticles and 4-azidophenyl isothiocyanate. Upon UV irradiation with wavelengths $\lambda < 280$ nm, the azido (N₃) group releases a nitrogen (N₂) molecule to give highly reactive nitrene moieties. In the second approach, silica nanoparticles have been modified with diazosulfonate groups (SiO₂-C₆H₄-N₂-SO₃Na) for hydrophilic polymers. Depending on the matrix, the photolysis of the diazosulfonate group yields phenyl and / or phenol units, following free radical or ionic pathways.

The azidophenyl functionalized nanoparticles (SiO₂-C₆H₄-N₃) were used to crosslink various hydrophobic polymers, such as polyisoprene and derivatives of polynorbornene. Furthermore, azidophenyl functionalized nanoparticles are capable to attach to inert polymer surfaces (e.g., polyethylene) under UV irradiation.

Nanoparticles bearing diazosulfonate groups at their surface were dispersed in polyvinyl alcohol and irradiated. The results of the sol/gel analysis clearly showed that the gel content rises due to photo-crosslinking of the PVA matrix. In contrast to this pristine PVA remains water soluble.

Both azidophenyl as well as diazosulfonate modified nanoparticles are capable of reacting with matrix polymers under UV light, and photo curable nanocomposites e.g. with diene rubbers or polyvinyl alcohol are obtained.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Polymer Competence Center Leoben GmbH, Felmi-ZFE, Materials Center Leoben (MCL)
- FFG (COMET K-Projekt PolyComp; Leitprojekt Generative Fertigung; ERA-NET Projekt HieroComp)

Ansprechpartner:
Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Kern
wolfgang.kern@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2301



Nanocomposite mit maßgeschneiderten Eigenschaften

Nanocomposites with tailored properties

In mehreren Projekten werden Composite auf der Basis von Reaktionsharzen und anorganischen Nanopartikeln hergestellt und hinsichtlich ihrer Eigenschaften charakterisiert. Beispielsweise lassen sich unter Verwendung hoch-wärmeleitfähiger Füllstoffe (z. B. nanoskaliertes, hexagonales Bornitrid) Epoxidharze herstellen, die nach der Aushärtung in ihrer Wärmeleitfähigkeit deutlich über dem ungefüllten Harz liegen. Im Rahmen des K-Projektes PolyComp wurden solche Systeme für elektrotechnische Anwendungen im Bereich der Hochspannungstechnik untersucht (PCCL in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Chemie der Kunststoffe).

Eine besondere Rolle kommt hier der Oberflächenfunktionalisierung der Nanopartikel, z. B. über Corona-Aktivierung und nachfolgende Reaktion mit Glycidyl-funktionalisierten Organosilanen, zu, um die Kompatibilität und damit eine gute Dispergierung der Partikel im Reaktionsharz zu erreichen. Die richtige Oberflächenmodifizierung von Nanopartikeln ist auch notwendig, um eine unerwünschte Reaktion zwischen der Partikeloberfläche und dem Epoxidharz zu vermeiden, da sonst eine vorzeitige Gelierungs-Reaktion erfolgen kann.

Die Oberflächenfunktionalisierung von Nanopartikeln mit lichtreaktiven Gruppen wird im ERA-NET Projekt HieroComp bearbeitet. Hier erfolgt eine chemische Funktionalisierung von Silica-Nanopartikeln mit Azidophenyl-Gruppen, die mit UV-Licht zur Reaktion angeregt werden können (Bildung von Nitrenen und freien Radikalen). In gehärteten Epoxyharz-Compositen, die solche Partikel enthalten, kann durch Licht eine Reaktion zwischen der Partikeloberfläche und dem Matrixharz ausgelöst werden, wodurch sich die mechanischen Eigenschaften variieren und orts aufgelöst strukturieren lassen.

Nanopartikel, die mit UV-reaktiven Gruppen an der Oberfläche modifiziert sind, lassen sich auch als migrationsfreie Photoinitiatoren einsetzen. Beispielsweise wurden Silica-Nanopartikel mit unterschiedlichen Radikal-Photoinitiatoren an der Oberfläche modifiziert. Am Beispiel von Acrylharzen wurde gezeigt, dass solche gekoppelten Photoinitiatoren fast dieselbe Reaktivität wie freie (d. h. nicht gekoppelte) Photoinitiatoren besitzen, und zu einer schnellen Lichthärtung führen. Das Problem der Migration von verbleibenden Photoinitiatoren bzw. deren Spaltprodukten kann somit vermieden werden, was beispielsweise für Druckfarben, Lebensmittelverpackungen und medizintechnische Bauteile einen enormen Vorteil darstellt.

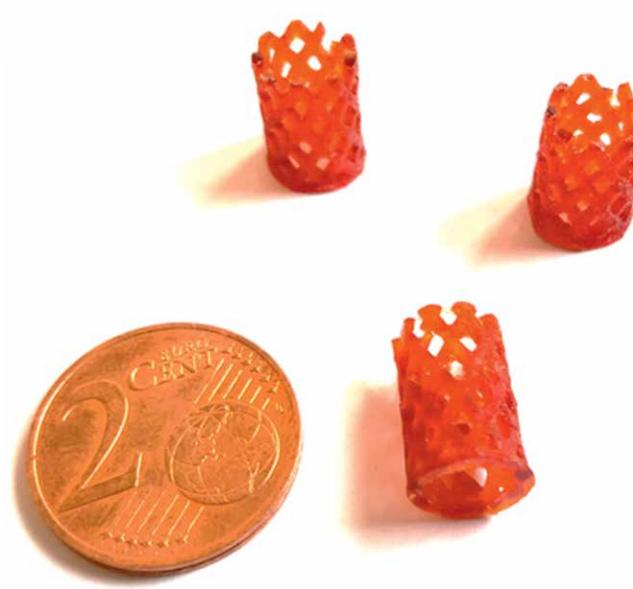
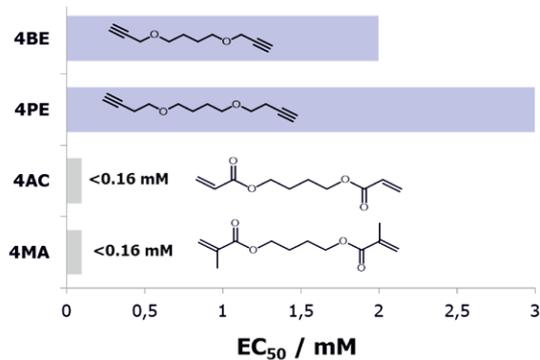
In several projects composites based on inorganic nanoparticles and reactive resins are studied and characterized. As an example, nanoscaled hexagonal boron nitride is employed as a filler with high thermal conductivity (HTC). Epoxy resins filled with nano-BN have been studied as materials with enhanced thermal conductivity for high voltage engineering applications (K-Project PolyComp of PCCL in co-operation with the Chair in Chemistry of Polymeric Materials). In these systems, a proper surface functionalization of nano-BN is essential to ensure the compatibility of the nanoparticles with the matrix resin, resulting in a homogenous dispersion of the particles. Moreover, the right surface functionalization of nanoparticles is also crucial to avoid unwanted reactions of the particle surface with components of the matrix resin, which may result in premature gelation.

With the ERA-NET Project HieroComp a modification of nanoparticles with photosensitive groups is explored. Here, silica nanoparticles are equipped with surface azidophenyl units, which can be triggered with UV light (generation of nitrenes and free radicals). In a cured epoxy composite containing such nanoparticles the irradiation with UV light leads to a covalent coupling of the particles to the matrix: by this way the mechanical properties of the composite can be varied and laterally structured.

Nanoparticles that bear photoreactive groups at their surface can also be used as migration-free photoinitiators. As an example, silica nanoparticles were functionalized with different types of free radical photoinitiators. Using these particles as initiators for the UV induced curing of acrylic monomers it has been shown that particle-bound radical initiators have almost the same initiation efficiency as free (i.e., non-coupled) initiators. Using these initiating nano-particles the problem of migrating photoinitiators (and their fragmentation products) can be avoided in light-curable systems. This is highly welcome for UV curable printing inks, food packaging and components for biomedical applications.



in-vitro EC₅₀



AUF EINEN BLICK

Prototypenförderung „PRIZE“ des Austria Wirtschaft Service in den Jahren 2015 und 2016 für Harzsysteme für die Medizintechnik.

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



3D-Druck von schlagzähen und biokompatiblen Photopolymeren

3D printing of Tough and Biocompatible Photopolymers



Unter dem Begriff „generative“ oder „additive Fertigung“ werden unterschiedliche Fertigungsverfahren zusammengefasst, mittels derer ein Werkstück schichtweise aus einem Material aufgebaut wird. Derzeit sind verschiedene Technologien im Einsatz, um 3D-Objekte additiv herzustellen: Neben den etablierten Solid „free-form“ bzw. „rapid prototyping“ Techniken wie Fused Deposition Modeling, Selective Laser Sintering und 3D-Inkjet Technology stellt besonders die Stereolithographie aufgrund der hohen erzielbaren Auflösung und der exzellenten Oberflächengüte eine interessante Möglichkeit dar. Diese Technik basiert auf der Aushärtung von flüssigen Harzen mittels Licht.

Im Gegensatz zum Spritzgießen oder Thermoformen von Kunststoffteilen ergeben sich in der generativen Fertigung kaum Einschränkungen hinsichtlich der Formgebungsfreiheit. Die Palette verfügbarer kommerzieller Druckharze in der Medizintechnik ist derzeit aufgrund mangelnder Biokompatibilität und Sprödigkeit der daraus erhaltenen Photopolymere stark limitiert, weshalb hoher Bedarf an der Entwicklung neuer Materialien besteht. Kommerziell verwendete Harzsysteme basieren größtenteils auf Acrylat- und Methacrylat-Monomeren, die aufgrund ihrer vergleichbar hohen Zytotoxizität für die Herstellung von Medizinprodukten mit Kontakt zu Gewebe oder Schleimhaut nicht geeignet erscheinen.

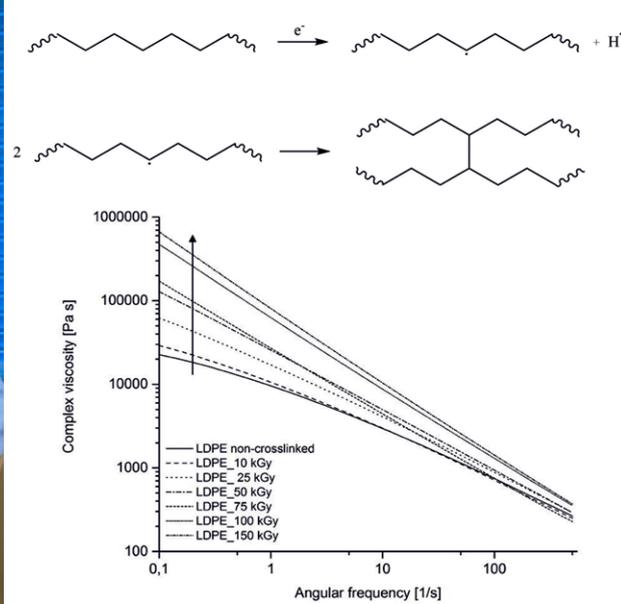
In den letzten zwei Jahren wurden im Christian Doppler Labor für funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis biokompatible Harzsysteme, welche auf der photoinduzierten, radikalischen Reaktion von maßgeschneiderten multifunktionellen Alkin- und Thiol-Monomeren basieren, entwickelt. Durch Stereolithographie lässt sich das zum Patent angemeldete Harzsystem gezielt härten und es konnten bereits Strukturen mit hoher Auflösung realisiert werden. Die Bestrahlung mit UV-Licht während des Druckprozesses führt zu einer Polymerisationsreaktion. Es kommt zur Ausbildung eines dreidimensionalen Polymernetzwerks und somit zur Aushärtung des Harzes. Dieses System zeichnet sich durch einen hohen Monomerumsatz (> 98 %) aus, wodurch die Migration von Monomerresten stark eingeschränkt ist. Die wesentlichen Vorteile dieser Reaktion im Vergleich zur Polymerisation von kommerziell verfügbaren Acrylat- und Methacrylat-Monomeren sind, neben der Biokompatibilität der Alkin-Monomere, die hohe Polymerisationsgeschwindigkeit sowie eine vergleichbar hohe Schlagzähigkeit der gebildeten Polymerisate.

Generative or additive manufacturing is understood as a combination of different fabrication processes, in which 3D objects are built in layers from defined materials. Therefore, several technologies are currently being used. In addition to established solid „free-form“ techniques and „rapid prototyping“ such as fused deposition modeling, selective laser sintering and 3D inkjet technology, stereolithography is a further interesting method, which enables high resolution together with excellent surface quality. This technique is based on the curing of liquid resins by means of light.

In contrast to the injection molding or thermoforming of plastic parts, there are hardly any restrictions with regard to freedom of shaping in generative fabrication. The range of commercially available printing resins for an application in medical technology is currently limited due to a lack of biocompatibility as well as the brittleness of the photopolymers obtained therefrom. This fact explains the great demand for the development of new resin materials. Commercially used resin systems are mainly based on acrylate and methacrylate monomers that exhibit comparably high cytotoxicity and are, therefore, not suitable for the manufacturing of medical products which are in contact with tissue or mucosa.

In the last two years, the Christian Doppler Laboratory for functional and polymer based inkjet inks has focused on the development of new biocompatible resins based on the photoinduced, radical curing of multifunctional alkyne and thiol monomers. This patent-pending resin system can selectively be cured by means of stereolithography and thus, structures with high resolution have already been realized. The irradiation with UV light during the printing process leads to a polymerization reaction and consequently to the formation of a three-dimensional polymer network. This system is characterized by a high monomer conversion (> 98 %), which greatly reduces the migration of monomer residues.

Significant advantages of this reaction compared to the polymerization of acrylate and methacrylate monomers are the biocompatibility of alkyne monomers, the high polymerization rate as well as the comparably high impact strength of the formed photopolymers.



AUF EINEN BLICK

- Partner: OMV, Gabriel Chemie GmbH, Steinbacher Dämmstoff GmbH, Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung
- Förderung: COMET-K1 (PCCL), FFG-Bridge

Ansprechpartner:
Ass.Prof. Dr. Gisbert Rieß
gisbert.riess@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2311



Selektive Permeation von Kohlenwasserstoffen durch Elektronenstrahl-vernetzte Polyolefine

Selective permeation of hydrocarbons through e-beam cross-linked polyolefins

Die Vernetzung von Polyolefinen wurde intensiv untersucht, um eine verminderte Migration von chemischen Verbindungen in Rohren oder Schaumstoffen zu erreichen (Barrierewirkung). Für bestimmte Anwendungen ist nicht nur die chemische Zusammensetzung und die Oberflächenstruktur, sondern auch die Netzwerkstruktur des Polymers von großer Bedeutung. Um eine umfassende Charakterisierung aller Eigenschaften und ein Verständnis der zu erwartenden Barrierewirkung zu erreichen, wurden verschiedene analytische Techniken kombiniert.

Zur Untersuchung der Materialeigenschaften von vernetzten und nicht-vernetzten Polymeren wurden Verfahren wie gravimetrische Permeationsanalysen, rheologische Untersuchungen sowie Sol-Gel-Analysen eingesetzt. Der Schwerpunkt dieser Arbeit lag auf der Untersuchung von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen zwischen der erzeugten Netzwerkstruktur der Polyolefine und dem potenziellen Barriereverhalten gegenüber der Permeation von niedermolekularen Kohlenwasserstoffen.

LDPE-Proben wurden mit Elektronen bestrahlt sowie hinsichtlich ihrer Vernetzungsdichte und einer Veränderung der Barriereigenschaften gegenüber ausgewählten aliphatischen und aromatischen Kohlenwasserstoffen charakterisiert. Die Ergebnisse der Permeationsuntersuchungen zeigten eine Abhängigkeit der Permeationsrate von der Größe und der Form der permeierenden Moleküle sowie der Vernetzungsdichte des Polymers. Die Permeation von kleinen Kohlenwasserstoffen (n-Pentan) und aromatischen Verbindungen (Toluol) wird praktisch nicht beeinträchtigt.

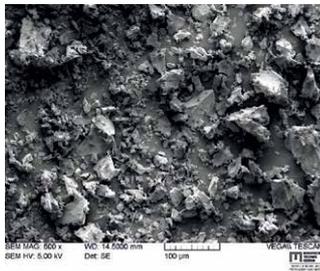
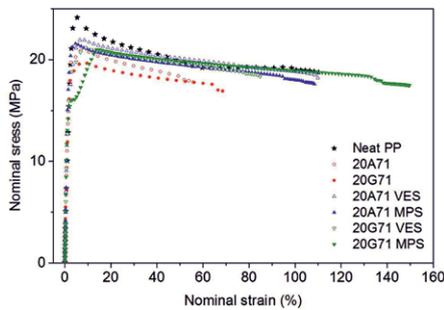
Die Vernetzung des Materials reduziert die Beweglichkeit der Makromoleküle in der amorphen Phase des halbkristallinen Polyethylen, sodass die Permeation von länger-kettigen Kohlenwasserstoffen (n-Octan, n-Decan) reduziert wird. In diesen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass ein selektives Permeationsverhalten für LDPE durch Elektronenstrahlvernetzung erhalten werden kann.

Much attention has been paid to the cross-linking of polyolefins in order to use them as barrier layers for reduced migration of chemical compounds in pipes or foams. For certain applications, not only the chemical composition and the surface structure, but also their network structure is of great importance. To provide a comprehensive characterization of all properties and an understanding of the expected performance, it is necessary to combine different analytic techniques.

This work presents a broad spectrum of analytic methods to investigate material properties of non-cross-linked and cross-linked polymers, such as gravimetric permeation analyses, as well as rheological and swelling measurements. The focus of this work was set on investigations of structure-property relationships between the produced cross-linked network structure of the materials and their potential barrier layer against the permeation of low molecular weight hydrocarbons.

Electron-beam irradiated LDPE samples have been investigated regarding cross-linking and a possible alteration of the material's barrier properties. The results of the permeation investigations showed a dependence of the permeation rate on the size and the shape of the permeating molecules as well as on the crosslink density of the polymer. The permeation of small hydrocarbons (n-pentane) and aromatic compounds (toluene) is virtually not affected.

Crosslinking of the material restricts the mobility of the macromolecules in the amorphous phase of the semi-crystalline polyethylene, so permeation of longer-chain hydrocarbons (n-octane, n-decane) is reduced upon crosslinking of the polymer. Thus, it could be demonstrated, that a selective permeation behavior for LDPE can be obtained by e-beam induced cross-linking.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL), voestalpine Stahl GmbH

Ansprechpartner:
 Assoz.Prof. Dr. Thomas Lucyshyn
 thomas.lucyshyn@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 3510



PolySlag – Hochofenschlacke als nachhaltiger funktioneller Füllstoff für Kunststoffe

PolySlag – Blast furnace slag as sustainable functional filler for polymers

Thermoplastische Kunststoffe mit mineralischen Füllstoffen, wie z. B. Kreide oder Talkum, werden in der Kunststoffindustrie aufgrund ihrer interessanten Kombination aus funktionellen Eigenschaften und reduzierten Materialkosten häufig eingesetzt. Bei den üblicherweise verwendeten mineralischen Füllstoffen handelt es sich jedoch um nicht nachwachsende, in ihrer Verfügbarkeit begrenzte Rohstoffe, was Fragen der Nachhaltigkeit aufwirft. Hinzu kommt, dass durch die aufwendige Gewinnung in Steinbrüchen und Aufbereitung zum Füllstoff hohe Produktionskosten entstehen.

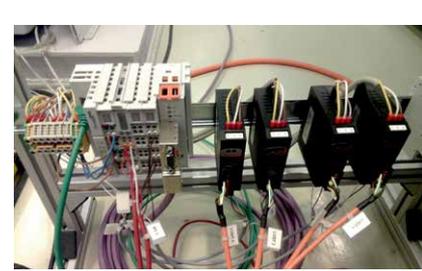
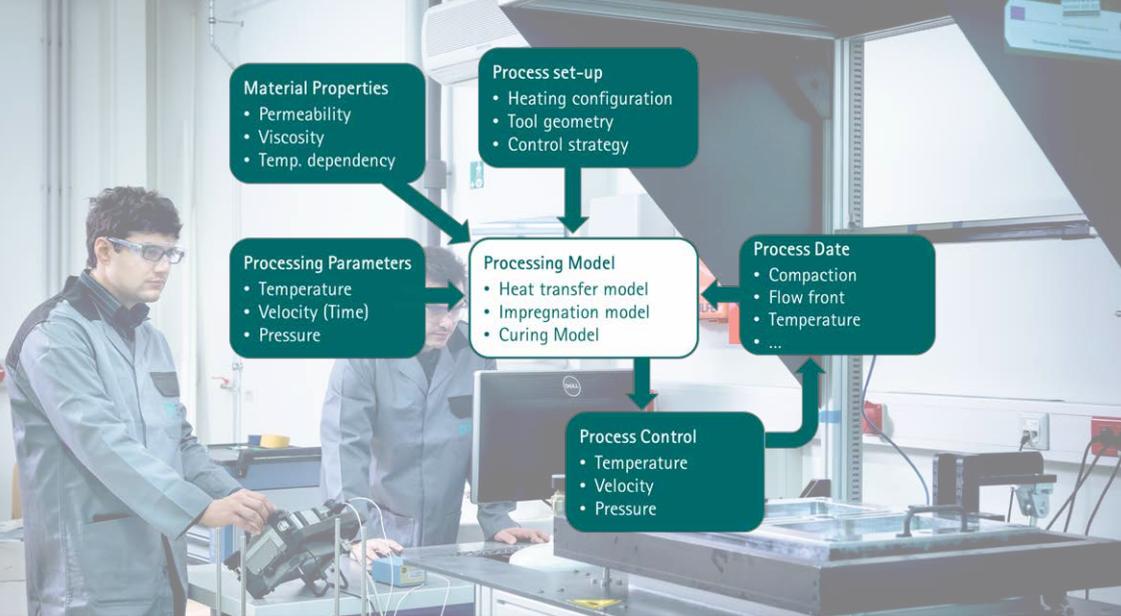
Im laufenden Forschungsprojekt „PolySlag“ untersuchen das PCCL, der Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung der MUL sowie die voestalpine Stahl GmbH (Linz) als industrieller Partner das Potenzial von Hochofenschlacke (blast furnace slag – BFS) als funktioneller Füllstoff für Polypropylen (PP) und Polystyrol (PS) als nachhaltige Alternative zu mineralischen Füllstoffen. Die ersten Ergebnisse sind vielversprechend: Die rheologischen Eigenschaften des neuen BFS-gefüllten Polymers waren vergleichbar mit dem ungefüllten Polymer, wodurch mit keinen Verarbeitungsschwierigkeiten zu rechnen ist. Bei den anwendungsbezogenen Eigenschaften wurde eine höhere Wärmeleitfähigkeit sowie größere Steifigkeit gegenüber dem Basispolymer erzielt.

Das BFS-gefüllte Polymer wurde mit einem Referenzmaterial mit konventionellem mineralischem Füllstoff verglichen. Die allgemeinen mechanischen Eigenschaften waren vergleichbar, aber die Duktilität des BFS-gefüllten Materials war sogar deutlich größer als die des Referenzmaterials. Zurzeit wird eine Ökobilanz durchgeführt, um den CO₂-Fußabdruck des BFS-gefüllten Compounds im Vergleich zu dem Referenzmaterial mit dem konventionellen mineralischen Füllstoff zu bewerten. Da die Hochofenschlacke in großen Mengen verfügbar ist und als Nebenprodukt bei der Stahlerzeugung anfällt, ist neben einem Kostenvorteil auch ein deutlich geringerer CO₂-Fußabdruck im Vergleich zum konventionellen mineralischen Füllstoff zu erwarten, was diesen neuen Füllstoff sowohl ökologisch als auch ökonomisch attraktiv macht.

Mineral based thermoplastic composites are widely used due to their interesting combination of functional properties and reduced material costs. Several mineral fillers like calcium carbonate or talcum have been conventionally used in the plastics industry. However, those mineral fillers are non-renewable materials extracted from quarries that are susceptible to depletion, which raise a question of sustainability. In addition, high production costs are necessary for mining and proper preparation of these materials to be introduced as fillers into polymers.

In the current research project „PolySlag“ the PCCL, the Chair of Polymer Processing at MUL and voestalpine Stahl GmbH (Linz) as industrial partner are investigating the potential of blast furnace slag (BFS) as a functional filler for polypropylene (PP) and polystyrene (PS) as an alternative to mineral fillers. The first results were promising in so far as the rheological properties of the BFS filled polymers were similar to the neat polymer causing no processing difficulties. Regarding their application properties an increased thermal conductivity as well as higher stiffness compared to the neat polymer were achieved.

Comparing the new BFS filled PP compound with a reference material with a conventional mineral filler showed similar mechanical properties in general, but much higher ductility was achieved with the BFS filled PP. At the moment a life cycle analysis (LCA) is being performed to evaluate the carbon footprint of the BFS-polymer compound compared to conventional mineral filled PP compounds. As blast furnace slag is available in huge quantities and it is a byproduct of the steel production process it is expected that besides lower costs the LCA will show a much lower carbon footprint compared to conventional mineral fillers, which makes the new filler ecologically and economically attractive.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Langzauner GmbH, FACC Operations GmbH, ALPEX Technologies GmbH, MUL-LA
- Förderung: Christian Doppler Forschungsgesellschaft, Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) – TakeOff

Ansprechpartner:
Gustavo Vilaça Lourenço, M.Sc.
gustavo.vilaca-lourenco@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2707



Sensorgestützte Datenerfassung in der Verarbeitung von Verbundwerkstoffen

Sensing and data acquisition in Composite Processing

Der Einsatz von Sensoren bei Untersuchungen im Bereich der Verarbeitung ist bereits seit Jahrzehnten üblich. Materialeigenschaften und Bauteilqualität werden bewertet und genutzt, um den Herstellprozess zu optimieren. Im Rahmen des Christian Doppler Labors für Hocheffiziente Composite Verarbeitung wird der Nutzen unterschiedlicher Sensortechniken für das Online-Monitoring des Verarbeitungsprozesses untersucht. Dabei werden neben bekannten, nach dem Stand der Technik verwendeten Sensoren auch neue Entwicklungen, wie z. B. Mikrowires, bewertet.

Das Projekt „MoVeTech“ beschäftigt sich mit der Modellierung und Simulation von Verbundwerkstoffen im Luftfahrtbereich und setzt massiv auf Sensorunterstützung. Im Projekt wird der Advanced Resin Transfer Molding Prozess (auch als Spaltimpregnierung bezeichnet) betrachtet. Die geschlossene Kavität weist hierbei zunächst einen Spalt zwischen Oberwerkzeug und Preform auf, in den das Harz eingespritzt und in der Ebene verteilt wird. Der anschließend durch die Presse vertikal ausgeübte Druck verteilt das Harz in der Preform. Dabei werden verschiedene Arten von Sensoren (wie Temperatur, Druck, DC und DEA) verwendet, um wichtige Aspekte des Prozesses wie die Ankunft der Fließfront, den Aushärtungsgrad oder das Vernetzungsverhalten zu erfassen. Diese Sensordaten werden mithilfe von Targets (wie Beckhoff-Modulen und Raspberry-Pis) verarbeitet. Das Target kann durch das Sensor-Feedback mit den Werkzeugreglern kommunizieren. Mithilfe spezifischer mathematischer Modelle kann es die richtigen Befehle an die Steuerung übergeben, um die Werkzeugkonfigurationen zu ändern. Das Ziel dieser Versuche ist es, einen vollautomatischen, optimierten Produktionsprozess zu generieren.

Das Christian Doppler Labor wird gefördert durch das Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (BMWFV) und wird durch die Christian Doppler Forschungsgesellschaft betreut. Firmenpartner ist die FACC Operations GmbH.

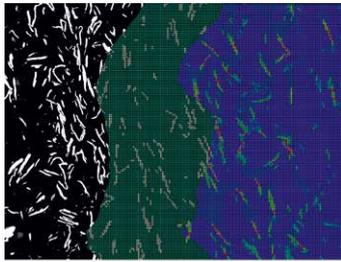
„MoVeTech“ ist ein Projekt im Rahmen der FTI-Initiative „Take Off“. Das Projekt wird durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) betreut und erhält eine finanzielle Unterstützung des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT).

The usage of sensors in the processing area is state of the art since many years. Material properties and component quality are estimated and used to optimize the process. In frame of the Christian Doppler Laboratory for High Efficient Composite Processing the benefit of several different sensing techniques for online monitoring of processing techniques is studied. Beside state of the art sensing techniques, also new sensors like micro wires are investigated.

„MoVeTech“ is a project that involves modelling and simulation for composites in aerospace application and it is massively based on sensor assistance. In this project the Advanced Resin Transfer Molding process (also known as gap impregnation process) is analysed. This process is characterized by a gap between the preform and the upper mold. The resin is injected into this gap and afterwards infiltrated into the preform by fully closing the cavity. Different types of sensors (like temperature, pressure, DC or DEA) are used, which provide important processing information like flow front arrival, cure degree and resin crosslinking behavior. All these sensor data need to be processed with the support of targets (like Beckhoff modules and a Raspberry Pi). At the end, with the sensors feedback, the target is also capable to communicate properly with the tool controllers, and based on specific mathematical models, it can manage the right commands to the controller to change the tool configuration. The idea is to have a fully automated and optimized process.

The Christian Doppler Laboratory receives funding by the Federal Ministry of Science, Research and Economy (BMWFV) and is administrated by the Christian Doppler Research Association. Industrial partner is FACC Operations GmbH.

„MoVeTech“ is a project in frame of the FTI-initiative „Take Off“. The project is administrated by the Austrian Research Promotion Agency (FFG) and receives financial support by the Austrian Ministry for Transport, Innovation and Technology (BMVIT).



Schliffbild Diskretisierung Modellergebnisse
Wärmestrom



AUF EINEN BLICK

- Partner: Austrian Institute of Technology GmbH, Fachhochschule OÖ, CTB Automatisierungstechnik GmbH, Geba Kunststoffcompounds GmbH, LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH, Technosert Electronic GmbH
- Förderung: Österreichischer Klima- und Energiefonds

Ansprechpartnerin:

Ass. Prof. Dr. Katharina Resch-Fauster
katharina.resch-fauster@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2105



Polymere Funktionswerkstoffe für die Energietechnologie

Functional polymeric materials for energy technology

Thermische Speicher sind eine Schlüsseltechnologie zur großflächigen Einbindung von zeitlich fluktuierenden, erneuerbaren Energiequellen sowie zur Steigerung der Energieeffizienz in Industrie und Kommunen. Die meisten industriellen Prozesse und Wärmenetze benötigen Energie auf einem zeitlich konstanten Temperaturniveau. Latentwärmespeicher sind dabei sensiblen Speichern wegen des ihnen zugrunde liegenden Prinzips überlegen: Während des Phasenübergangs bleibt die Temperatur des Speichermediums nahezu konstant; hohe Phasenwechselenthalpien erlauben hohe Speicherkapazitäten und Leistungen.

Das Projekt „Neue Polymer-Latentwärmespeicher für Industrie, Solarthermie, Wärmenetze und Kraftwerke im Temperaturbereich 80–400°C“ befasst sich daher mit der Entwicklung großvolumiger, leistungsstarker und kosteneffizienter Latentwärmespeicher mit polymeren Werkstoffen als Phasenwechselmaterial (PCM). Das Projekt wird von Austrian Institute of Technology geleitet und in Zusammenarbeit mit Wirtschafspartnern sowie der Fachhochschule OÖ durchgeführt. Der Schwerpunkt der Arbeiten an der MUL liegt bei der Recherche, Modifizierung, Weiterentwicklung und Optimierung geeigneter teilkristalliner Kunststoffe, die sich hinsichtlich Speicherkapazität (Phasenwechselenthalpie), Speichereffizienz (z. B. Phasenwechseltemperatur, Wärmeleitfähigkeit), Langzeitstabilität und Kosten für den Einsatz als PCM eignen.

Relevante Polymerklassen umfassen Polyethylen, Polypropylen, Polyamid, Polyoxymethylen und Polyethylenglykol. Insgesamt werden über 100 unterschiedliche Typen im Detail betreffend Schmelzenthalpie und Schmelztemperatur untersucht. Besonderes Augenmerk der Arbeiten liegt am Erhalt konstanter Speicherkapazität und damit der kristallinen Morphologie unter anwendungsrelevanten Bedingungen. Hierzu wird eine geeignete Stabilisierung gegen thermischen und thermo-oxidativen Abbau entwickelt und analysiert. Abhängig vom Stabilisatorsystem, wird die ursprüngliche Speicherkapazität während Langzeitauslagerungsversuchen oberhalb der Speichertemperatur teilweise oder vollständig erhalten. Die Wärmeleitfähigkeit wird durch Compounding mit leitfähigen Füllstoffen adaptiert. Hierzu wurde ein Simulationsmodell, welches die Bestimmung der optimalen/erforderlichen Geometrie und Konzentration für jede Füllstofftype erlaubt, entwickelt und implementiert. Theoretische Modellierung gepaart mit entsprechender Verarbeitungsprozessführung erlaubt die gezielte Einstellung der Performanceeigenschaften polymerer PCM.

Thermal energy storages are a key technology for the large scale integration of fluctuating renewable sources as well as for increasing the energy efficiency of industries and communities. Most industrial processes and heating networks require energy at constant temperature level. Their physical operating principle renders latent heat storage superior to common sensible storages: during the phase transition the temperature of the storage medium remains approximately constant and the high enthalpies lead to high capacities and powers.

The project „Storeltup-IF“ aims at developing large-scale, high-performance, and cost-efficient latent energy storage using polymeric materials as phase change materials (PCM). The project is lead by Austrian Institute of Technology GmbH and conducted in co-operation with the Chairs of Materials Science and Testing of Polymers, Polymer Processing and Designing Plastics and Composite Materials at Montanuniversitaet Leoben (MUL), University of Applied Sciences Upper Austria, CTB Automatisierungstechnik GmbH, Geba Kunststoffcompounds GmbH, LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH and Technosert Electronic GmbH. At MUL main focus is on evaluation, modification, development and optimization of appropriate semi-crystalline polymers, which are suited as PCM in terms of storage capacity and efficiency (e.g. phase change temperature, thermal conductivity), as well as long-term stability and price.

Candidate polymeric classes include polyethylene, polypropylene, polyamides, polyoxymethylene, and polyethylene glycol. In total, over 100 different grades are characterized as to heat of fusion and melting peak temperature in detail. Emphasis is placed on preservation of crystalline morphology and hence storage capacity under application relevant conditions. Appropriate stabilization against thermal and thermo-oxidative degradation is developed and tested. Depending on stabilizing system initial storage capacity is partly or fully maintained during long-term exposure. Thermal conductivity is adapted by compounding with highly conductive fillers. In order to determine optimum/required filler shape and concentration for each filler material a simulation model was developed and implemented. Theoretical modeling along with appropriate process control allow for tailoring performance characteristics of polymeric PCM.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL)
- Datengenerierung für Materialmodelle

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



Dehnratenabhängige Materialcharakterisierung für struktur- und bruchmechanische Modelle

Rate dependent material characterization for structure- and fracture mechanic models

Die Anwendung moderner polymerer Werkstoffe in tragenden Bauteilen bedingt die Absicherung gegenüber Schädigung oder Versagen der Strukturteile unter verschiedensten Einsatzbedingungen. Vermehrt wird hierbei auf eine Kombination aus Bauteiltests und Simulationen gesetzt. Um Simulationen möglichst realitätsgetreu durchführen zu können, sind genaue Materialdaten von äußerster Wichtigkeit.

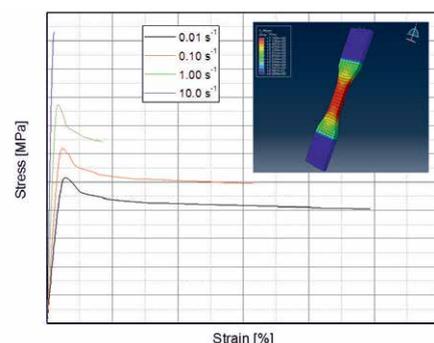
Aufgrund der ausgeprägten zeit- und temperaturabhängigen Eigenschaften von Kunststoffen, muss auf die variablen Belastungsgeschwindigkeiten und Einsatztemperaturen in realen Anwendungsfällen geachtet werden. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, werden sogenannte Materialkarten, die Eigenschaften von Kunststoffen in Abhängigkeit von Belastungsgeschwindigkeit und Temperatur darstellen, angefertigt und als Datenbasis für Simulationen eingesetzt. Da viele Anwendungen auch „Crash“-Situations berücksichtigen müssen, ist die Bestimmung der Eigenschaften von Kunststoffen auch bei hohen Geschwindigkeiten unumgänglich.

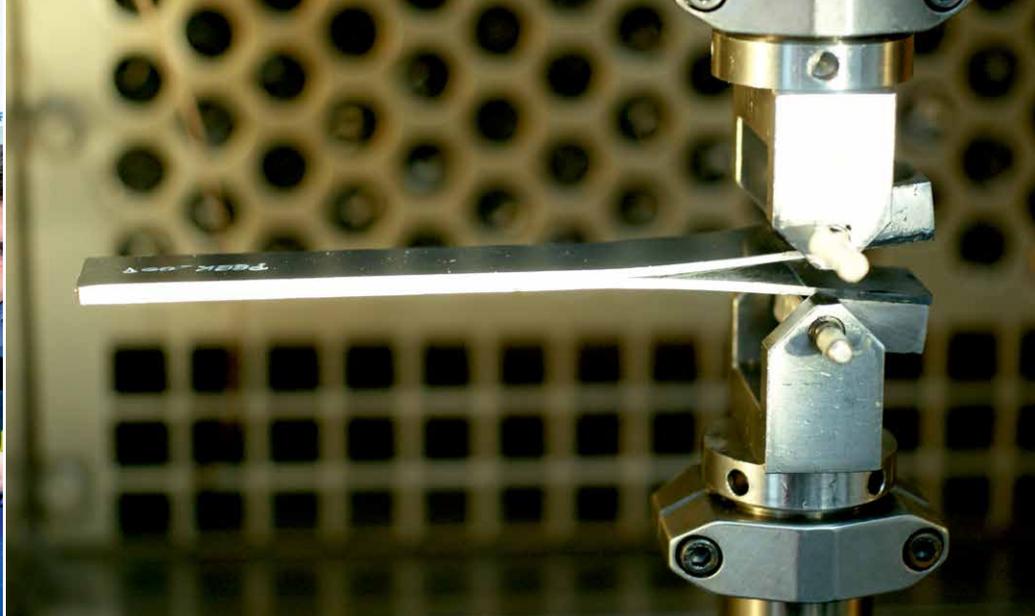
Da mit klassischen Zugprüfmaschinen, die normalerweise für die Prüfung mechanischer Eigenschaften herangezogen werden, nur Prüfungen bis maximal 30-50 mm/sec möglich sind, bedarf es schnellerer Prüfsysteme. Durch den Einsatz von servo-hydraulischen oder pneumatisch-beschleunigten Maschinen werden in unseren Labors derzeit Prüfgeschwindigkeiten bis 8 000 bzw. 24 000 mm/sec realisiert, um dadurch reale „Crash“-Situations möglichst wirklichkeitsnah umsetzen zu können. Derartige Belastungssituationen stellen jedoch nicht nur hohe Anforderungen an die geprüften Kunststoffe selbst, sondern auch an die verwendeten Messinstrumente. Da sich die Prüfdauer entsprechender Versuche im Bereich von wenigen hundertstel bis zehntausendstel Sekunden bewegt, werden vorrangig piezo-elektrische Kraftaufnehmer mit hoher Eigenfrequenz und Hochgeschwindigkeitskameras zur Dehnungsmessung verwendet. Durch die Auswertung mittels digitaler Bildkorrelation kann so das Versagensverhalten der Prüfkörper mit einer Frequenz von > 100 000 Hz lokal im Bereich des Bruches ausgewertet werden. Ausgehend von diesen Messdaten, können im Anschluss realitätsnahe Simulationen zur Vorhersage des Versagensverhaltens von Bauteilen erstellt und beurteilt werden.

Application of modern polymeric materials in structural applications requires confirmation of integrity with regard to damaging or fracture of component under various conditions. Common methods combine component testing and simulation for validation. To perform calculations, which are close to reality it is important to have a precise material performance database.

Due to high time- and temperature dependency of properties, a whole spectrum of strain rates and temperatures has to be covered in real applications. To fulfil these requirements so called "material cards" have to be established before simulation. These cards can be used to express material performance under a wide range of application conditions. Since many applications also have to account for crash situations, it is necessary to extend material testing to high strain rates.

Classical mechanical tensile test machines usually can only perform tests up to velocities of around 30-50 mm/sec. To be as close to real crash conditions, much higher speeds, and therefore different machines, are required. Using servo-hydraulic or pneumatically accelerated machines enables us to perform tests with speeds up to 8 000, or 24 000 mm/sec in our labs, respectively. Material tests in this range are not only a challenge for the tested materials themselves, but also push testing equipment itself to its limits. Due to testing times from several hundreds to ten thousands parts of a second, it is necessary to use piezo-electrical force transducers with very high frequencies and high-speed cameras for strain measurement. Using digital image correlation it is then possible to determine fracture of specimens with a frequency of > 100 000 hertz in the local area of the fracture itself. Using this type of data sets, it is possible to perform failure analysis, using simulation tools, close to the reality.





AUF EINEN BLICK

Standardisierte Prüfmethode zur Bestimmung von Delaminationen unter Ermüdungslasten.

Ansprechpartner:
Dr. Steffen Stelzer
steffen.stelzer@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2103



Delaminierung in Verbundwerkstoffen

Delamination in Composites

Delaminationen treten in Faserkunststoffverbunden (FKV) aufgrund ihrer Schichtstruktur und der üblicherweise geringen interlaminaren Festigkeiten auf. Obwohl Delaminationen in FKV ein bekanntes und relativ gut erforschtes Problem sind, existieren nach wie vor keine standardisierten Prüfmethode für die Bestimmung unter Ermüdungslasten. Deshalb befasst sich der Lehrstuhl Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe (WPK) mit der Durchführung zyklischer Delaminationsversuche und der Organisation von Ringversuchen, um das Potenzial derselben für eine Standardisierung zu evaluieren.

Internationale Versuchskampagnen wurden innerhalb der „American Society for Testing and Materials“ (ASTM), Subcommittee D30.06, und der „European Structural Integrity Society“ (ESIS), technisches Komitee 4, organisiert und durchgeführt. Delaminationsversuche an unterschiedlichen kohlenstofffaserverstärkten Epoxidharzen, glasfaserverstärkten Epoxidharzen und kohlenstofffaserverstärkten Thermoplasten ermöglichten laborübergreifende Vergleiche der Versuchsergebnisse. Es offenbarten sich dabei die Grenzen der Anwendbarkeit dieser Versuche, vor allem hinsichtlich der Bestimmung des Schwellenwertes sowie der Anwendbarkeit der Ergebnisse klassischer Darstellungen des Risswachstumsverhaltens auf Basis des Gesetzes von Paris und Erdogan im Design von FKV.

Die Ringversuche innerhalb von ESIS TC4 und ASTM D30.06 zeigten die Notwendigkeit, neue Auswerterroutinen für zyklische Delaminationsversuche zu finden, um erstens die Streuung der Delaminationswachstumskurven zu reduzieren, zweitens die hohen Steigungswerte der Delaminationswachstumskurven zu verringern und drittens die Schwellenwerte besser erfassen zu können. Diesen Anforderungen wurde dabei mit einer neuen Art der Datendarstellung begegnet: Die Illustration der Energiefreisetzungsrate auf Basis eines modifizierten Hartman-Schijve Ansatzes lieferte Delaminationswachstumskurven mit Steigungswerten von etwa 2. Solch niedrige Steigungswerte können Fehler bei der Vorhersage von Risswachstumsraten auf Basis von Delaminationswachstumskurven verringern und könnten so zur Verwendung dieser Daten im Design von FKV Strukturen führen.

Delamination is a common problem occurring in FRP composites because of their layered structure. Yet, there are no standards dealing with the fatigue delamination growth in composite materials. The Institute of Material Science and Testing of Polymers investigated the fatigue delamination behavior of composites in mode I and mode II. Round robin exercises were carried out to evaluate the potential of fatigue delamination tests for standardization.

Test campaigns were conducted within subcommittee D30.06 of the American Society for Testing and Materials (ASTM), and committee TC4 within the European Structural Integrity Society (ESIS). The tests were carried out on various carbon fiber reinforced epoxy composites, glass fiber reinforced epoxy composites and carbon fiber reinforced thermoplasts. The results revealed the reproducibility and inter-laboratory scatter and also highlighted the limits of fatigue delamination tests.

Round robin activities within ESIS TC4 and ASTM D30.06 emphasized the need to find new ways for data presentation in order to make the data accessible for design purposes. The three major questions are: (1) is it possible to reduce the scatter of the fatigue crack growth curves, (2) how can the slope of the Paris law curve be reduced and (3) is the detection of a threshold value feasible in composite materials? These questions were faced in recent projects by introducing a new way of data presentation. A Hartman-Schijve based approach, where the crack growth rate is dependent on the amount by which the strain energy release rate exceeds the threshold value, seems to be a reliable and physically feasible way to receive Paris like fatigue crack growth curves with slope values around 2. This is significantly less than slope values of around 10 seen in classical Paris law data presentations. With small slope values the errors in predicted crack growth rate are reduced when considering certain load cases in a composite component. This can lead to reliable lifetime predictions.



AUF EINEN BLICK

Partner: SECOP Austria GmbH

Ansprechpartner:
Dr. Gerald Pilz
gerald.pilz@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2109



Langzeitfähigkeit von Kunststoffen in Kältekompressoren

Long term performance of plastics for applications in cooling compressors

Der Verbrauch an elektrischer Energie in privaten Haushalten ist mit einem Anteil von knapp 20 % am elektrischen Gesamtenergiebedarf im hohen Maße dem Bereich „Kühlen und Gefrieren“ zuzuordnen. Eine verbesserte Energieeffizienz aber auch der geräuschreduzierte Betrieb von Kühl- und Gefriergeräten sind daher zentrales Thema in der Weiterentwicklung derartiger Geräte. Hierbei kommt dem Einsatz alternativer Werkstoffe und insbesondere dem Kunststoffeinsatz besondere Bedeutung zu. Die charakteristischen Eigenschaften der Kunststoffe wie u. a. das thermische Isolationsvermögen oder das mechanische Dämpfungsverhalten sind maßgebende Kriterien für die Optimierung des thermischen und mechanischen Wirkungsgrades von Kompressoren in Verbindung mit einer effektiven Vibrations- bzw. Geräuschdämpfung.

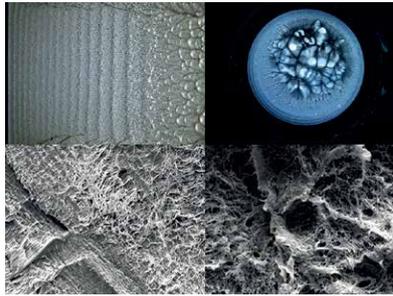
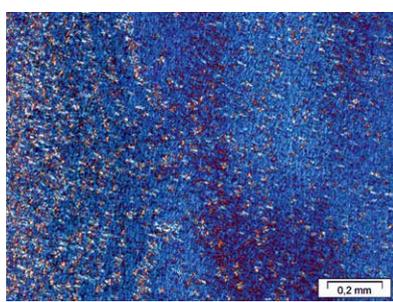
Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von Kunststoffen in derartigen Anwendungen ist der experimentelle Nachweis einer zuverlässigen Einsatztauglichkeit hinsichtlich der spezifischen Anforderungsbedingungen im Kompressor. Diese betreffen einerseits die verschiedenen mechanischen Langzeitanforderungen für Betriebszeiten von mehr als zehn Jahren und andererseits die Beständigkeit der verwendeten Kunststoffe gegenüber Kontaktmedien wie Mineralöl und Kältemitteln, zum Teil bei hohen Einwirktemperaturen.

Zentrale Zielsetzung des Forschungsprojektes war es daher, eine umfassende Prüfmethodik, abgestimmt auf die Einsatzbedingungen im Kompressor, zu entwickeln und für die Untersuchung relevanter Kunststoffe, insbesondere von Schaumwerkstoffen für Dämpfungsanwendungen aber auch verschiedener Hochleistungsthermoplaste bereitzustellen. Im Rahmen des Aufbaus von Auslagerungs- und Prüfmethoden zur Werkstoffcharakterisierung unter Mineralöl-Kältemittelinfluss bei erhöhten Temperaturen wurde u. a. ein spezieller Kleinlast-Kriechprüfstand entwickelt, der eine anwendungsgerechte Charakterisierung des Langzeit-Deformationsverhaltens von Dämpfungswerkstoffen im mediengesättigten Zustand der Werkstoffe zulässt. In Verbindung mit begleitenden Untersuchungen der Schaumstruktur ist damit eine wichtige Grundlage für die Beurteilung des Deformations- und Dämpfungsvermögens relevanter Schaumwerkstoffe für den Langzeiteinsatz in Kältekompressoren bereitgestellt.

Currently, cooling and freezing devices require about 20 % of the total energy consumption in private households so that enhanced energy efficiency but also the noise reduced operation are in the prime focus for the further development of such devices. In this regard, the usage of alternative materials, especially plastics, offer a large potential due to the characteristic properties of polymers such as thermal isolation capability as well as mechanical damping behavior.

An important requirement for a successful application of plastics for compressor components is the experimental verification of a reliable performance regarding the specific service conditions for compressors in operation. Primarily, this means various mechanical long term requirements for service times of more than ten years as well as resistance of the applied plastics against contact media such as mineral oil and cooling agents, especially at elevated temperatures.

The main focus of the research project was the development of a comprehensive test methodology adapted to the service conditions of compressors, providing suitable equipment for the characterization of relevant plastics, especially polymeric foam materials but also various high performance engineering plastics. Among the various developed methods for materials conditioning and testing under the influence of mineral oil and cooling agent, a specific creep testing device was built up, which enables mechanical long term characterization of soft materials in media immersion at elevated temperatures. This allows an accurate determination of the creep behavior particularly for foam materials under direct media influence very close to the real service conditions. Moreover, along with the corresponding investigation of foam structure an important basis for the evaluation of the deformation and damping behavior of relevant foam materials for long term applications in cooling compressors is provided.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL)

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



Leistungsspektrum polyolefiner Werkstoffe für den Einsatz in Langzeitanwendungen

Performance of polyolefins for the use in long-term applications

Polyolefine Werkstoffe wie Polypropylen und Polyethylen werden, neben klassischen Anwendungsgebieten wie Verpackungen und Behältern, auch immer häufiger in äußerst anspruchsvollen Nutzungsbereichen eingesetzt: Sie kommen in Form von Netzen für den Verschluss von Leistenbrüchen, als Endo-Prothesen, Stoßfängern im Automotiv-Bereich oder Geldscheinen in feuchten Erdregionen oder im Maschinenbau vor. Darüber hinaus werden sie auch für die gesicherte Versorgung mit lebensnotwendigen Rohstoffen wie Trinkwasser, Gas und Öl verwendet.

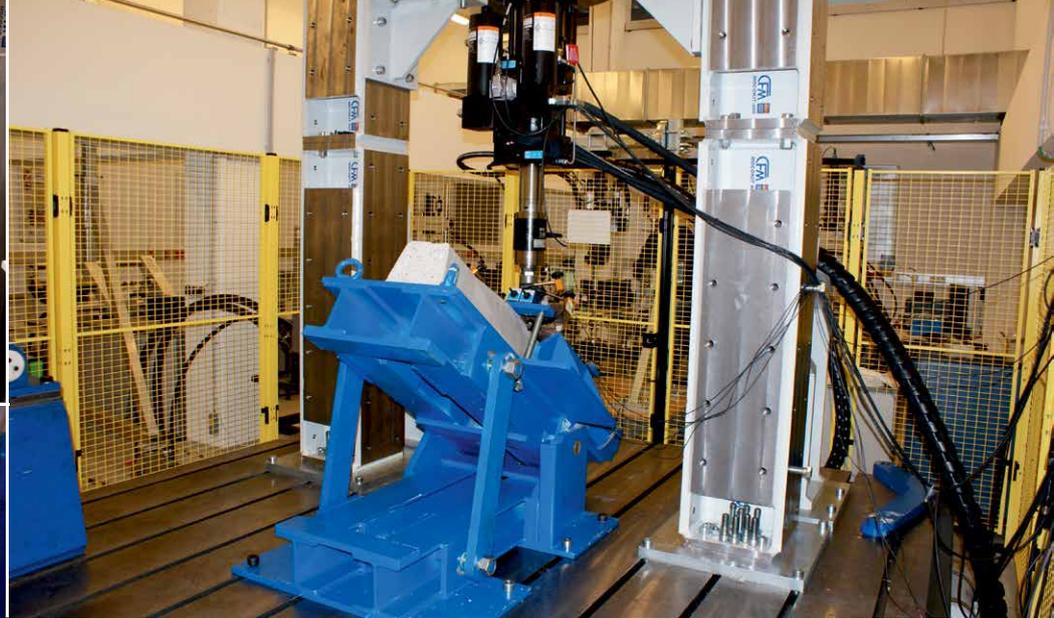
Kunststoffe, in dieser wenig beachteten Funktion, müssen dabei enorme Anforderungen erfüllen. So sollen Rohre aus Polyethylen in der Wasser- und Gas-Versorgung Lebensdauern von 50, besser noch 100 Jahren aufweisen. Um derartige Anforderungen überhaupt noch nachweisen zu können, bedarf es moderner, beschleunigter Prüfverfahren. Aus diesem Grund forschte die Polymer-Rohrgruppe rund um Professor Pinter (MUL) und Dr. Frank (PCCL) in den letzten Jahren intensiv an einer neuen Methodik zur Bestimmung des Widerstandes gegen langsames Risswachstum in Polyethylen. Die dabei entwickelte „Cracked Round Bar“-Methode (CRB-Methode) wurde, in enger Kooperation mit Industrie- und Forschungseinrichtungen, zu einer internationalen Norm (ISO 18489:2015) weiterentwickelt. Ausgehend von diesen überzeugenden Ergebnissen, wurde die Methode ebenfalls zur Charakterisierung weiterer polymerer Werkstoffe im Rohrbereich, wie Polypropylen oder Polyvinylchlorid, angewendet und zeigt bereits erste positive Resultate. Aufbauend auf diesen Ergebnissen konnten zwischenzeitlich noch weitere Projekte eingeleitet werden, im Rahmen derer in den nächsten Jahren weitere interessante Themenschwerpunkte abgearbeitet werden sollen.

Eine weitere äußerst anspruchsvolle Anwendung dieser Werkstoffe liegt im Bereich des, von österreichischer Seite immer wieder revolutionierten, Tunnelbaus. Auch hier werden Rohre aus Kunststoff für die notwendige Entwässerung und Druckentlastung verwendet. Da derartige Bauwerke auf über 100 Jahre Lebensdauer ausgelegt sind und zeitgleich teils äußerst widrigen Einsatzbedingungen unterliegen, müssen die eingesetzten Werkstoffe einem breiten Spektrum von mechanischen sowie chemischen Belastungen widerstehen und vor allem hervorragende Langzeiteigenschaften besitzen, um den Anforderungen gerecht zu werden.

Besides classical applications, such as packaging & containers, polyolefin materials such as polypropylene or polyethylene are used in highly demanding fields as well. Besides meshes used for hernia inguinalis, endo-prosthesis, the use in mechanical engineering, bumper bars for cars or banknotes in moist regions, polyolefins are also used to secure the supply of life sustaining resources like water, gas and oil.

Polymers used in this, mostly unnoticed function, have to fulfil extreme demands. For example, pipes made from polyethylene, used for water and gas transportation, have to withstand internal pressure for at least 50, better a 100 years without failure. To even measure or quantify conditions like these, it is necessary to use highly, but still precise accelerated methods. Therefore, the polymer pipe group in Leoben around Professor Pinter (MUL) and Dr. Frank (PCCL) has put enormous effort into the development of a new method to characterize the resistance against slow crack growth of polyethylene pipe materials. This method has even been standardized internationally (ISO 18489:2015) in close cooperation with industry and scientific partners. Based on this new method, characterisation of other pipe materials, such as polypropylene has also shown first promising results. Based on these findings, several new projects are currently being started to further the possible applications and topics of this method.

Another highly demanding application of polyolefin materials is the use in the area of tunnelling, which is one of the pioneer topics of Austrian research. Also in these structures, it is necessary to use pipes for drainage and to release built up pressure. Since tunnels are usually designed for more than 100 years life-time, while simultaneously subjecting used materials to unfavourable conditions, used materials have to satisfy a broad spectrum of mechanical, chemical and long-term demands.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Semperit Technische Produkte GmbH
- Projekt: Masterarbeit
- Laufzeit: seit 2013

Ansprechpartner:
Dr. Steffen Stelzer
steffen.stelzer@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2103



Bauteilprüfung von elastomeren Schienenzwischenlagern

Testing of elastomeric rail mounts

Der Einsatz von Elastomeren im Eisenbahnoberbau weist eine mittlerweile jahrzehntelange Geschichte auf. Dies ist auch auf den zunehmenden Einsatz von Betonschwellen im Gleis zurückzuführen: Aufgrund der erhöhten Eigensteifigkeit der Betonschwelle im Vergleich zur Holzschwelle, wurde eine elastische Entkoppelung zwischen Schiene und Schwelle unumgänglich. Neben den elastischen Eigenschaften, müssen derartige Komponenten eine hohe Witterungsbeständigkeit sowie ein sehr gutes Ermüdungsverhalten für den Dauereinsatz oftmals über Jahrzehnte aufweisen und sie fungieren auch als elektrische Isolierung.

Die Belastungen, die im Einsatzfall auf das Material wirken, sind enorm. Vor allem in Gleisbögen treten wiederkehrend hohe Schub- und Drucklasten auf, welche bis zur Zerrüttung des Materials führen können. Zur Weiterentwicklung und Materialauswahl derartiger Komponenten bedarf es neben üblichen Materialcharakterisierungen auch Bauteilprüfungen unter realistischen Belastungen im Labormaßstab.

Um die Firma Semperit Technische Produkte GmbH bei der Entwicklung von Schienenbefestigungskomponenten aktiv unterstützen zu können, wurde am Lehrstuhl Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe ein in der Norm EN 13146 geforderter Prüfaufbau zur Bestimmung der statischen und der niederfrequenten Steifigkeiten an Schienenzwischenlagern entwickelt und optimiert. Die in diesen Versuchen gewonnenen Erkenntnisse wurden in der Folge mit Ergebnissen von umfangreichen Bauteilversuchen korreliert. Im Rahmen einer Masterarbeit wurde ein Prüfaufbau realisiert, mit dem eine Systemprüfung eines kompletten Schienenbefestigungspunktes auf einer Schwelle im Labor möglich wurde.

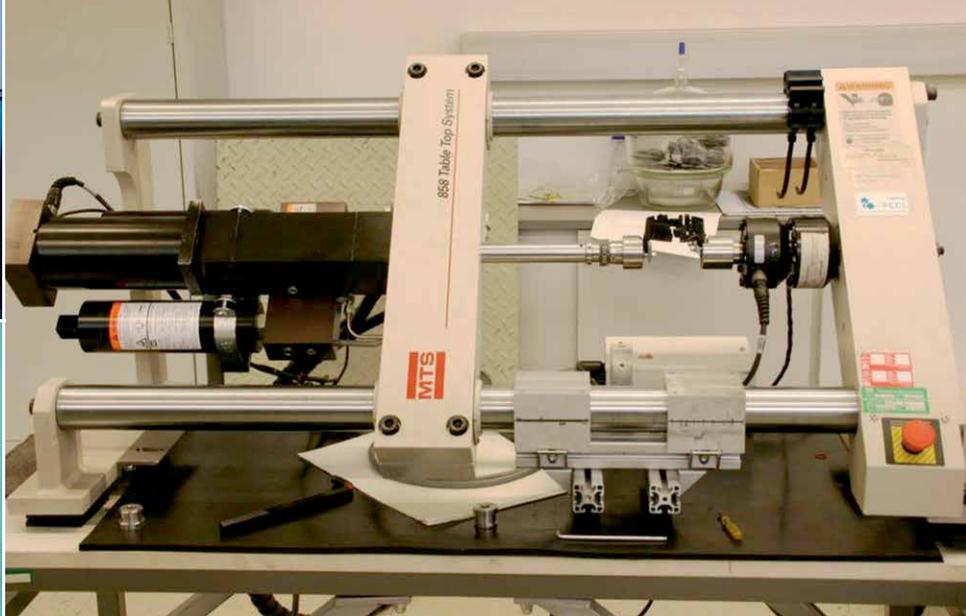
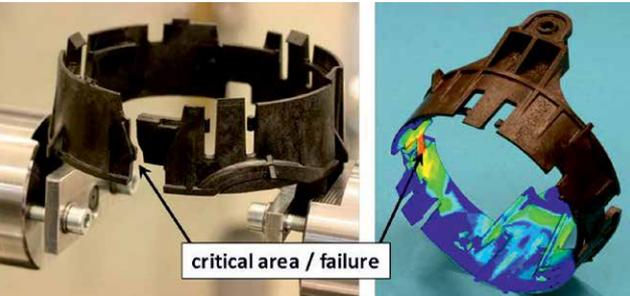
Dieser Bauteilprüfstand bietet dabei die Möglichkeit, eine Halbschwelle mit Schiene, Zwischenlage und Befestigungskomponenten unter unterschiedlichen Winkeln mit einer zyklischen Last von bis zu 120 kN zu beaufschlagen. Darüber hinaus ist die Prüfung des Durchschubwiderstands der Schienenzwischenlage an der Schwelle zu untersuchen. Über ein Lastumlenkungssystem wird dabei die Last in Schienenlängsrichtung eingebracht und so die Zwischenlage auf Schub belastet.

The use of elastomers in railway superstructure applications has a 30 year old history. This is because wood is more and more replaced by concrete in the production of sleepers. The use of concrete for sleepers led to an increasing need of damping materials that can counteract the intermittent loads that are imposed on the material by a passing train. Thus the elastomeric rail pads need to have superior damping properties as well as dimensional stability, aging resistance and good fatigue properties.

The loads that are acting on the material during application are composed of high compressive stresses and shear stresses. These loads are imposed on the material repeatedly and can thus lead to wear of the material. Detailed pretests shall reveal the material behaviour under these loading situations and support the material selection and development.

This is why the chair of material science and testing of polymers developed a testing rig, according to EN 13146, that allows to test for the static and fatigue stiffness of the damping pads. These tests can be carried out on various rail pad materials in order to maximise the performance of the rail pad and to find the optimum for the application.

For being able to simulate realistic loading situations for the rail pad, a sophisticated test rig was constructed. This test rig mimics the loaded railway superstructure. The main parts are the sleeper, the rail pad and the rail, which are loaded under different angles and in various loading situations with the aid of a complex support structure. The loads thereby range from static to fatigue loads up to 120 kN.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Lehrstuhl für allgemeinen Maschinenbau, Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL)

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



Betriebsfestigkeit von kurzfaserverstärkten Spritzgussteilen

Fatigue strength of short-fibre reinforced injection moulded parts

In den letzten Jahren ist die Verwendung von kurzfaserverstärkten Kunststoffen (kfvK) in der Automobilindustrie stark angestiegen. Heutzutage wird diese Materialklasse auch für strukturell belastete Bauteile eingesetzt und Fragen der Betriebsfestigkeit müssen berücksichtigt werden. Das führte dazu, dass die Charakterisierung des zyklischen Materialverhaltens von kfvK auch zu einem zentralen Thema in der Werkstoffprüfung wurde. In einer Kooperation des Lehrstuhls für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe mit dem Lehrstuhl für Allgemeinen Maschinenbau an der Montanuniversität und der Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL) konnte in den letzten Jahren nachgewiesen werden, dass das zyklische Materialverhalten dieser Werkstoffe mit dem Konzept der lokalen Wöhlerlinien (S/N-Kurven) beschrieben werden kann. Die entwickelte Vorgehensweise wurde im Software-Tool FEMFAT® implementiert.

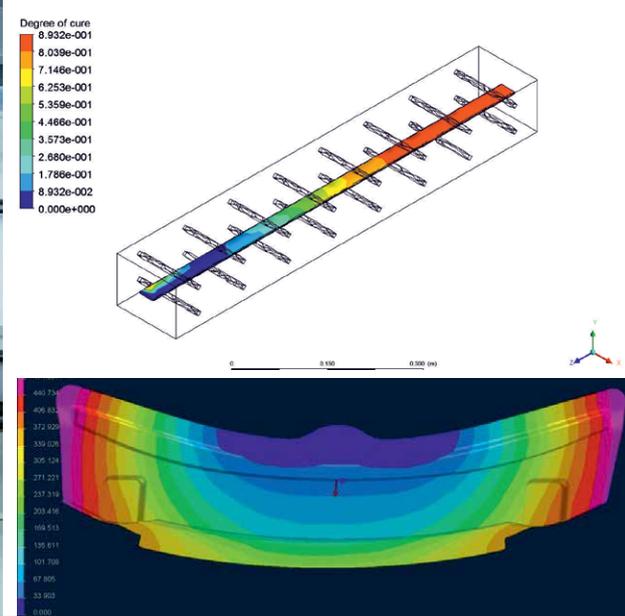
Die Bestimmung der Betriebsfestigkeit in der Software FEMFAT® erfolgt unter Nutzung des Konzeptes der lokalen Spannungen. Ergänzend zur bestehenden Vorgehensweise bei Metallen, muss für kfvK zunächst eine Fließsimulation durchgeführt werden, um die lokalen Faserorientierungen und somit die anisotropen elastischen Eigenschaften berücksichtigen zu können. Anschließend werden die lokalen Spannungen, die sich aus den realen Beanspruchungen ergeben, unter Nutzung einer finite Elemente Methode (FEM) und unter Berücksichtigung der anisotropen Materialeigenschaften berechnet. Um das Ermüdungsverhalten abzubilden, werden als Basis Material-Wöhlerlinien ermittelt. Diese werden entsprechend der lokalen Lastsituation an jedem einzelnen Knoten der FEM Simulation angepasst und somit die ertragbaren Spannungen zu höheren oder niedrigeren Niveaus verschoben. Die Schadensakkumulation wird entsprechend der Palmgren-Miner Regeln durchgeführt. Bisher wurden Einflussfaktoren wie die Faserorientierung, die Mittelspannung, die Temperatur, geometrische Kerben und Bindenähte charakterisiert und entsprechende Materialmodelle aufgestellt. Obwohl die zugrundeliegenden Materialgesetze auf elastischen Prinzipien beruhen, ergab die Validierung an Bauteilen gute und vor allem konservative Ergebnisse.

Aktuell wird an den nächsten großen Schritten in der Vorhersage der Betriebsfestigkeit von kfvK gearbeitet: der Implementierung von zeitabhängigen Materialmodellen (Viskoelastizität) und der Ermöglichung eines virtuellen Materialgenerators in der Software FEMFAT®.

For several years, the usage of short fiber reinforced plastics (sfrp) for parts in automotive applications has increased continuously. Nowadays this material class is not only used for non load bearing applications but also for highly and also cyclically loaded structures. This trend led to extensive investigations in characterisation of the fatigue behavior of sfrp in the last years. In a cooperation of the Chair of Materials Science and Testing of Polymers with the Chair of Mechanical Engineering and the Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL) it has been shown in the last years that the fatigue behavior of such materials can be characterised by the concept of local S/N-curves and the developed method was implemented in the software tool FEMFAT®.

Fatigue life calculation in the currently used closed simulation chain with the software tool FEMFAT is done by the local stress concept. Varying from the methodology for metals at first a molding simulation is performed to estimate local fiber orientation and anisotropic elasticity for each finite element. In a second step the local stresses resulting from different load cases and stress distributions are calculated by a finite element method (FEM) in consideration of the anisotropic material properties. To characterise the fatigue behavior regarding to local stresses, S/N-curves are used. Thereby a local S/N-curve is generated for each node of the part by shifting the inherent material S/N curve to higher or lower endurable stresses considering the local circumstances. The damage accumulation is performed by the model of Palmgren-Miner. So far influences such as fiber orientation, mean stress, temperature, geometrical notches and weld lines have been characterised and material models were suggested. Although the underlying material models are fully elastic the validation on the part level gave good and conservative results.

Actually the next big step in the methodology for fatigue life calculation of polymers, that is the implementation of adequate time dependent material models (viscoelasticity) and the implementation of a virtual material generator, are done.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Benteler SGL Composite Technology GmbH, Austria, alpex technologies GmbH, LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH, bto-epoxy GmbH
- Förderung: FFG; CAPES

Ansprechpartner:
 J. Thirunavukkarasu, M.Sc.
 jaganath.thirunavukkarasu@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2709

Rita de Cassia Costa Dias, M.Sc.
 ritadecassia.costasias@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2705

Process simulation

Process Simulation

Leichtbaumaterialien wie polymerbasierte Verbundwerkstoffe werden immer häufiger in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt. Der Grund hierfür sind hervorragende mechanische Eigenschaften und die Gewichtseinsparung. Abhängig von der industriellen Nachfrage und den gewünschten Produkteigenschaften kommen dabei unterschiedliche Verarbeitungstechnologien zum Einsatz.

Um qualitativ hochwertige Produkte, kurze Verarbeitungszyklen und geringe Kosten zu garantieren, sind optimierte Prozesse zwingend notwendig. Mit einem guten Verständnis der Verarbeitungsmechanismen und der Prozess-Eigenschafts-Wechselwirkungen, können Modellierung und Simulation als aussagekräftige Werkzeuge dienen und damit optimale Prozesslösungen erarbeitet werden. Im Rahmen verschiedener Projekte widmet sich der Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen (LWV) den Themen Füllverhalten, Harzaushärtung und Aufbau von Eigenspannungen.

Im Projekt „HybridRTM“ wird an einem Einschritt-Harzinjektionsverfahren gearbeitet, bei dem die trockene Verstärkungsstruktur zusammen mit einer metallischen Komponente im Werkzeug platziert wird. Infiltration und Verbindungsaufbau erfolgen dann in einem Schritt. Dafür ist die Definition eines Harzinjektionspunktes und der Entlüftungsöffnungen notwendig. Außerdem sind das prozessbedingte Aushärteverhalten und die resultierenden Eigenspannungen von Interesse. Angestrebt wird die Definition optimierter Prozessbedingungen, mit denen die beste Anhaftung zwischen Verbundwerkstoff- und Metallkomponente, ein minimierter Verzug des Bauteils und möglichst kurze Prozesszeiten erreicht werden.

Mit dem Ziel einer hochwertigen Pultrusionsprofilfertigung werden im Rahmen eines durch das brasilianische Bildungsministerium finanzierten Doktorat-Stipendiums die Prozessmechanismen bei der kontinuierlichen Imprägnierung und Aushärtung untersucht. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Effekten unterschiedlicher Temperaturprofile entlang des Pultrusionswerkzeuges.

„HybridRTM“ wird durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie finanziell gefördert. Die Förderung erfolgt im Rahmen der FTI Initiative „Produktion der Zukunft“, die durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) administriert wird. Das Doktoratsstipendium von Frau Rita de Cassia Costa Dias wird seitens des brasilianischen Bildungsministeriums gewährt und durch CAPES verwaltet.

The use of lightweight materials, e.g. polymer based composites, is increasing in a wide range of applications because of its superior mechanical properties and weight saving. Depending upon the product requirements and its industrial demand, several different processing techniques can be used.

To ensure high quality products, short process cycle times and low costs, optimized processes are mandatory. Based on a good knowledge about processing mechanisms and process-property-relationships, process modelling and simulation are powerful tools to elaborate best performing solutions. In frame of several different projects the Processing of Composites Group (LWV) is focusing on filling behavior, resin curing and residual stresses build-up.

In the project “HybridRTM” a one-shot resin transfer molding process is aimed in which the dry fiber based reinforcing structure and a metallic component are placed in the cavity. Infiltration and joining are done in once. Definition of resin injection point and venting gates is necessary. Furthermore, the processing conditions dependent curing and resulting residual stresses are of interest. The aim is to define optimized processing conditions resulting in highest adhesion between composite and metallic component, minimized distortion of the resulting component, and a short cycle time.

With the goal to reach a high quality pultrusion profile manufacturing, a doctoral student funded by the Brazilian Ministry of Education is analyzing the processing mechanisms during continuous impregnation and curing. A special focus here is to identify the effect of various different temperature profiles along the pultrusion die.

“HybridRTM” receives financial support from the Austrian Ministry for Transport, Innovation and Technology in frame of the FTI initiative “Produktion der Zukunft, which is administrated by the Austrian Research Promotion Agency (FFG). The scholarship for Mrs. Rita de Cassia Costa Dias is supplied by the Brazilian Ministry of Education and administrated by CAPES.



Abb. 1: Arbeiten am Spritzgießmaschinenrheometer
Fig. 1: Injection Moulding Machine Rheometer

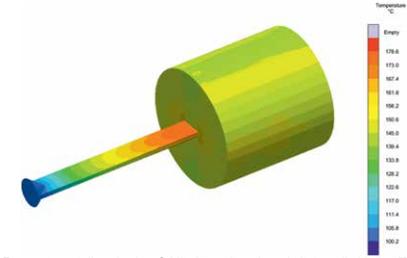


Abb. 3: Simulierte Temperaturverteilung in einer Schlitzdüse mit nachgeschalteter zylindrischer "Dummy-Kavität"
Fig. 3: Simulated temperature distribution in a slit-die with a downstream dummy-cavity

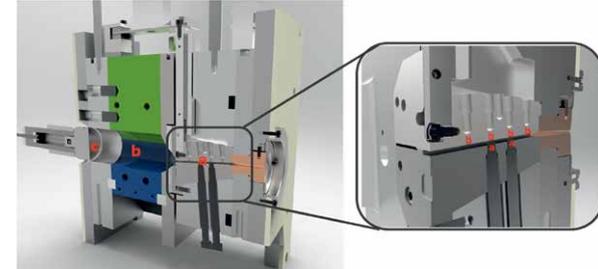


Abb. 2: Neues Kautschukspritzgießmaschinenrheometer am Lehrstuhl für Spritzgießen von Kunststoffen
Fig. 2: New rubber injection moulding machine rheometer

AUF EINEN BLICK

- Partner: Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL), SKF Group, ENGEL Austria GmbH, Simcon kunststofftechnische Software GmbH, Dr. Gierth Ingenieurgesellschaft mbH
- Förderung: National, FFG-COMET

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Andreas Neunhäuserer
andreas.neunhaeuserer@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2908

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

Temperaturkorrektur in der Kapillar- und Maschinenrheometrie

Temperature correction in capillary and machine rheometry

Die Kenntnis des Fließverhaltens von Kunststoff- und Kautschukschmelzen ist fundamental, um ein geeignetes Prozessfenster für Verarbeitungsverfahren wie z. B. das Spritzgießen zu finden. Bei höher gefüllten Compounds spielt hierbei die Materialvorgeschichte eine wesentliche Rolle, weshalb prozessnahe Viskositätsmessungen an Verarbeitungsanlagen immer stärker an Bedeutung gewinnen (Abb. 1 und 2). Verlässliche Viskositätsdaten, gemessen bei prozessnaher Materialaufbereitung, sind somit eine Grundvoraussetzung für Strömungssimulationen.

In der Rheometrie sind die Experimente grundsätzlich isotherm zu führen, d. h. ohne Temperaturveränderung in der strömenden Schmelze. Mehr als 20 Jahre Erfahrung in der Schmelzenrheologie bestätigen, dass oftmals bereits ab Schergeschwindigkeiten von 5.000 s^{-1} erste Temperaturerhöhungen durch Scher-, Dehn- und Kompressionserwärmung auftreten, die in der Viskositätsberechnung heute üblicherweise unberücksichtigt bleiben. Ebenso steigt die Wandtemperatur in der jeweiligen Rheometerdüse während des Versuches mit steigender Schergeschwindigkeit um 2 % bis zu 40 % des Vorgabewertes an. Das Verständnis dieser Effekte und deren Korrektur ist somit von größter Bedeutung.

Im Laufe der letzten 20 Jahre wurden unterschiedliche, vereinfachte mathematische Modelle veröffentlicht, um derartige dissipative Temperaturerhöhungen zu berechnen, da diese über den Kanalquerschnitt bzw. entlang der Kanalwand nur schwer bzw. nicht messtechnisch erfassbar sind. Am Department für Kunststofftechnik wurde bereits vor mehr als zehn Jahren eine Methode zur Temperaturkorrektur der stark nicht-isothermen Experimente an Kapillar- und Spritzgießmaschinenrheometern von Prof. Walter Friesenbichler, Dr. Ivica Duretek und Dipl. Ing. Stephan Schuschnigg entwickelt, verifiziert und seither bei allen Viskositätsmessungen eingesetzt. Mittels nicht-isothermer Spritzgießsimulationen (SIGMASOFT®, Cadmould® 3D-F) kann das Temperaturfeld in der Rheometerdüse unter Verwendung einer nachgeschalteten dickwandigen Hilfskavität anschaulich dreidimensional dargestellt (Abb. 3) und die Korrekturmethode weiter verbessert werden.

In aktuelle Forschungsarbeiten wird die Temperaturkorrekturmethode durch Einbeziehung der Dehn- und Kompressionserwärmung im Kapillareinlauf verfeinert. Endziel ist, die Rheometerströmung nicht-isotherm und voll-viskoelastisch für verschiedene Thermoplaste und gefüllte Compounds zu simulieren und mit diesen Ergebnissen die Korrekturmethode weiter zu verbessern.

The knowledge of the flow behaviour of thermoplastic melts and rubber compounds is fundamental for determining adequate process windows in processes like injection moulding. For highly filled compounds the pre-history of the material plays an important role in rheometry. Therefore viscosity measurements using processing machines become more and more important. Hence reliable viscosity data measured after material preparation close to processing conditions are a prerequisite for flow simulations.

In principle rheological experiments have to be performed under isothermal conditions, that means without any temperature increase in the flowing polymer melt. More than 20 years' experience in rheological measurements at the Department of Polymer Engineering and Science confirms that increase of melt temperature due to viscous dissipation (shear-, elongational- and compression heating) starts at shear rates higher than $5,000 \text{ s}^{-1}$. As well the wall temperature increases in non-isothermal experiments depending on shear rate by 2 % up to 40 % of the reference temperature. Today such effects are usually not taken into account in standard viscosity calculation. Understanding such phenomena and correcting temperature effects therefore are of crucial importance.

Within the last 20 years several simplified mathematical models were published to calculate the temperature increase due to the fact that precise temperature measurement along the capillary length and over the capillary diameter is impossible. At the Department of Polymer Engineering and Science more than ten years ago an engineering approach for temperature correction of non-isothermal rheological experiments was developed by Prof. Friesenbichler, Dr. Duretek and Dipl. Ing. Schuschnigg. This method was verified in a variety of experiments and today it is standard in our viscosity calculation.

By means of non-isothermal injection moulding simulation (SIGMASOFT®, Cadmould® 3D-F) the 3D temperature field in a rheological die can be visualized (Figure 3). To sustain a steady flow for a longer time a thick-walled dummy-cavity is positioned downstream. Such simulations provide a new basis for further improving our correction method.

Current research aims at implementing elongational heating of the inlet section and compression heat into our correction method. Our final goal is at first to model the rheological flow fully-viscoelastic and secondly to verify the improved correction method by a number of rheological measurements for different thermoplastics and filled compounds.

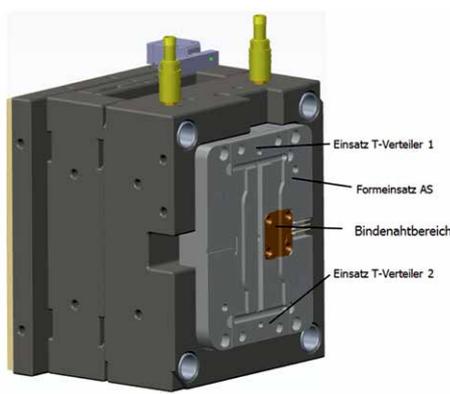


Abb. 2: Auswerferseitige (AS) Werkzeughälfte des In-Mould-Aktuatorik Werkzeuges
Fig. 2: Ejection-side mold half of the test mold

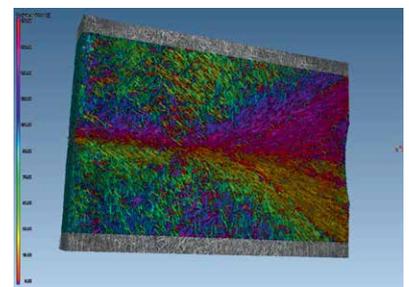


Abb. 3: μ CT -Aufnahmen der Faserorientierung im Bindenahtbereich von gespritzten Zugprüfkörpern.
Fig. 3: μ CT -measurement of fiber orientation in the weld line region of injection molded tensile bars



Abb. 1: Darstellung der Bindenaht mittels Farbschlieren für unverstärktes Polypropylen (PP)
Fig. 1: Weld line area for PP, visualized by means of colour streaks

AUF EINEN BLICK

- Partner: MAHLE Filtersysteme Austria GmbH, Lehrstühle für Spritzgießen von Kunststoffen, Allgemeiner Maschinenbau, Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe sowie der Polymer Competence Center Leoben GmbH
- Förderung: National, FFG-BRIDGE

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Andreas Neunhäuserer
andreas.neunhaeuserer@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2908

Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Gerald Berger
gerald.berger@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2901

In-Mould-Actuatorik zur Verbesserung der Bindenahtfestigkeit kurzfaserverstärkter Spritzgießteile

In-Mould-Actuators for improving the weld line strength of short fiber reinforced parts

Beim Spritzgießen werden während des Füllvorganges die Kurzglasfasern an der Fließfront der Polymerschmelze festigkeitsmindernd umorientiert. Beim Zusammentreffen zweier Fließfronten bleiben die Fasern normal zur Fließrichtung ausgerichtet, wie im abgebildeten Zugstab (Abb. 1) durch Farbschlieren dargestellt ist. In Fließrichtung wird dadurch die Streckgrenze bei Polypropylen (PP) um bis zu 70 % und der E-Modul (Steifigkeit) um bis zu 30 % und mehr im Vergleich zum bindenahtfreien Probekörper reduziert.

Im Rahmen des FFG-Bridge Projektes In-Mould-Aktuatorik wurde zusammen mit dem Firmenpartner MAHLE Filtersysteme Austria GmbH und den Lehrstühlen für Spritzgießen von Kunststoffen, Allgemeiner Maschinenbau, Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe sowie der Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL) ein neues Verfahren zur Verbesserung der Bindenahtfestigkeit entwickelt sowie eine Simulationskette zur mikromechanischen Materialmodellierung, Spritzgießsimulation, Festigkeitsanalyse und abschließender Abschätzung der Lebensdauer bei dynamischer Belastung aufgebaut.

Kernstück ist ein patentiertes Verfahren, bei dem ein Aktuator während des Füllvorganges nach dem Aufeinandertreffen zweier Fließfronten die Fasern festigkeitssteigernd umorientiert. Dieser Aktuator wurde in das abgebildete Spritzgießwerkzeug zur Herstellung von Zugstäben mit zentraler Bindenaht implementiert.

In experimentellen Untersuchungen wurde der Aktuator-Effekt vorerst für unverstärktes PP gezeigt. In weiterer Folge wurden deutliche Verbesserungen der Streckgrenze sowie des E-Moduls mit glasfaserverstärktem PP bzw. PA66 erzielt. Ohne Aktuator fällt bei 30 % Glasfaserfüllgrad die Streckgrenze gegenüber dem Probekörper ohne Bindenaht um -55 % ab. Mittels μ CT-Messungen wird die Faserorientierung im Bindenahtbereich sowohl ohne als auch mit Aktuatorbetätigung in 3D erfasst und daraus durch mikromechanisch erstellte Materialmodelle für den geschwächten Bindenahtbereich angefertigt. Darauf aufbauend können in weiterer Folge Betriebsfestigkeits- und Lebensdauerabschätzungen für dynamisch belastete kurzfaserverstärkte Bauteile wie z. B. Zahnräder durchgeführt werden.

During mold filling in injection molding, short glass fibers are oriented in the weld line region perpendicular to the flow direction which leads to drastically reduced strength. For a polypropylene (PP) tensile bar, the orientation is visualized by means of colour streaks (Figure 1). In flow direction, the yield stress for PP is reduced by up to 70 % while the Young's modulus falls by 30 % and more, compared to a tensile bar without weld line.

Within the FFG-Bridge project „In-Mould Actuating Elements“ together with the company partner MAHLE Filtersysteme Austria GmbH and the Chairs of Injection Molding of Polymers, Mechanical Engineering, Materials Science and Testing of Polymers as well as the Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL), a new method was developed for improving the weld line strength. In addition, by means of integrative simulation a simulation chain was built-up starting with micromechanical modelling and injection molding simulation, and ending with structural analysis and simulation of fatigue behaviour and life-time estimation in case of dynamic loading.

Principal item is a patented process: An actuator re-orientes the fibers in the weld line region during filling to improve the weld line strength. This actuator was implemented in an injection mold for producing tensile bars with and without weld line.

The proof-of-principle for the actuator was demonstrated experimentally on non-reinforced PP. Moreover, remarkable improvements of yield stress and Young's modulus were achieved for glass fiber reinforced PP and PA66. Without actuator, the yield stress for a PP with a content of 30 wt.% glass fibers decreases by 55 %, compared to tensile bars without weld line.

For tensile bars produced with and without actuator, the fiber orientation in the weld line region was determined three-dimensionally by μ CT measurements. These data were used for micro-mechanical modeling and development of suitable material models for the weakened weld line area. Based on these data, the integrative simulation will calculate the fatigue behaviour and estimate the life-time for fiber reinforced injection molded parts, like gear wheels under dynamic loading.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Kompetenzzentrum Holz GmbH, Waldland Naturstoffe GmbH, Kästle Technology GmbH, CG GmbH, R&D Consulting GmbH
- Förderung: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Projekt: "Produktion der Zukunft"

Ansprechpartner:
Yannick Blöchl, MSc.
yannick.bloessl@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2723

Ass. Prof. Dr. Katharina Resch-Fauster
katharina.resch-fauster@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2105

Composites auf Basis nachwachsender Rohstoffe

Composites based on renewable resources

In den letzten Jahren ist ein kontinuierlich wachsendes Interesse an Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe zu verzeichnen. Neben dem Einsatz von Naturfasern gewinnen dabei die Herstellung und der Einsatz von Matrixwerkstoffen aus regenerativen Rohstoffen zunehmend an Bedeutung. Vor diesem Hintergrund befasste sich das Projekt „Green Composites for Green Technologies“ mit der gesamtheitlichen Nutzung der Hanfpflanze aus industriellem Anbau für die Herstellung von Verbundwerkstoffen für Strukturanwendungen (Komponenten von Green Energy–Small Wind Turbinen): Hanfsamenöl wurde zur Entwicklung einer Duromer-matrix verwendet; Hanffasern wurden als textiles Verstärkungsmaterial eingesetzt.

Der Schwerpunkt der Arbeiten an der MUL lag bei der Optimierung der Matrixzusammensetzung, der Vernetzungsparameter sowie der Verarbeitungsbedingungen zur Verbesserung der Struktureigenschaften des Werkstoffverbundes. Über systematische Parameterstudien wurden die optimalen Anteile an epoxidiertem Hanfsamenöl, petrochemisch basierendem Härter und Katalysator für die Matrixzusammensetzung evaluiert. Parallel dazu wurden die Vernetzungstemperatur und -zeit optimiert. Die finale Matrixrezeptur zeigt einen Modul von 2 300 MPa bei Raumtemperatur und eine Glasübergangstemperatur von 130°C. Der biobasierte Kohlenstoffanteil liegt bei 59 %.

Mittels Flüssigimprägnierverfahren wurde das Tränkungsverhalten der Hanftextilien analysiert. Die Modellentwicklung zur Beschreibung der Vorgänge im Textil während des Verarbeitungsprozesses stellte dabei einen Schwerpunkt der Forschungsarbeiten dar. Mittels Vakuuminfusionstechnik wurden Green Composites basierend auf Hanftextilien und Hanfsamenöl hergestellt und umfassend hinsichtlich Morphologie und mechanischer Eigenschaften charakterisiert. Verarbeitungs-Struktur-Eigenschaftsbeziehungen (Feedback-loop) ermöglichen eine zielgerichtete, applikationsrelevante Optimierung des Lagenaufbaus und der Verarbeitungsprozessbedingungen.

Abschließend wurden mittels Vakuuminfusions- und (vakuumunterstützten) Nasspressverfahren Demonstratorbauteile (Rotorblätter) hergestellt. Die Ergebnisse unterstreichen das große Potenzial von biogenen Faserverbundwerkstoffen für Strukturanwendungen. Das entwickelte Material stellt eine innovative und nachhaltige Alternative zu petrochemisch basierten Verbundwerkstoffen dar.

The interest in high-performance composites based on renewable resources is growing vigorously and consistently. Next to the employment of natural fibers, the production and use of matrix thermosets based on renewable resources is gaining increasing importance. In this regard, the project "Green Composites for Green Technologies" aimed at a holistic use of hemp from industrial plants for producing composites for structural applications (components for Green Energy–Small Wind Turbines): hempseed oil was used for developing a thermosetting matrix; hemp fibers were applied as textile reinforcement.

At MUL main focus was on optimizing matrix formulation, curing parameters, and composite processing to enhance overall composite performance characteristics. Systematic parameter studies yielded optimum ratio between epoxidized hemp seed oil, petrochemical-based hardener, and catalyst for the thermoset matrix formulation. In addition, curing temperature and time were optimized. The established formulation exhibits an elastic modulus of 2300 MPa at room temperature, along with a glass transition temperature of 130 °C. Biobased carbon content is 59 %.

The impregnation characteristics of hemp textiles were studied by liquid molding processes. Material models, which describe effects and mechanisms inside the textile during processing were established. Green composites from hemp textiles and hemp seed oil were produced applying vacuum infusion technology. Materials were comprehensively analyzed in terms of inner material structure and mechanical performance. Processing-structure-property relationships (feedback-loop) allowed for tailoring fabric layup sequence and processing parameters.

Finally structural parts (rotor blades) using the vacuum infusion technique and the (vacuum assisted) wet pressing process were produced. Results emphasize a great potential of the developed bio-composites for high performance applications. The material represents an innovative and sustainable substitute for petrochemical based composites.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Alpex Technology GmbH, Austrian Institut of Technology GmbH, Benteler-SGL Composites Technology GmbH, bto-epoxy GmbH, FACC AG
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie; Programm: "Produktion der Zukunft"

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



Weiterentwicklung und Verständnis von Flüssigimprägnierverfahren durch Forschung

Development and Understanding of Liquid Composite Moulding made possible by Research

Die Herstellung von Verbundwerkstoffen mittels Flüssigimprägnierverfahren (Liquid Composite Moulding LCM) hat in den letzten Jahren kräftigen Aufschwung erfahren. Grund hierfür ist die Möglichkeit den Prozess zu einem großen Teil zu automatisieren, wodurch die Fertigung von Großserien möglich wird. Aufgrund des großen Interesses der Wirtschaft laufen am Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen (LVV) eine Reihe von Projekten, die sich mit unterschiedlichen Fragestellungen des LCM Prozesses auseinandersetzen.

Um hochwertige Bauteile mithilfe der LCM Verfahren herzustellen und mögliche Probleme bei der Formfüllung vorab zu erkennen, werden vermehrt Simulationstools eingesetzt. Den Grundstein für verlässliche Simulationsergebnisse liefert hierbei die sogenannte Permeabilität der Verstärkungsstruktur. Die Permeabilität weist hierbei zumeist unterschiedliche Werte in den drei Raumrichtungen auf. Zur Bestimmung dieser Werte stehen am LVV vier verschiedene Permeameter zur Verfügung, wodurch der gesamte Permeabilitätssensor bestimmt werden kann. Besonderheiten stellen hierbei vor allem das Dicken- und Schlauchpermeameter dar.

Da die Verbundwerkstoffbauteile immer größere Wandstärken erreichen, ist das Tränkverhalten in Dickenrichtung nicht mehr vernachlässigbar. Insbesondere beim sogenannten Advanced Resin Transfer Moulding (A-RTM) Prozess ist die vertikale Tränkung vorherrschend. Bei dieser Sonderform des LCM-Verfahrens wird nach dem Einlegen der Verstärkungsstruktur in die Werkzeugform, anders als beim herkömmlichen RTM Verfahren, das Werkzeug nicht ganz geschlossen. Hierdurch entsteht ein Spalt zwischen oberer Werkzeughälfte und Verstärkungsstruktur, das im darauffolgenden Schritt injiziertes Harzsystem kann sich im Spalt ungehindert ausbreiten. Nachdem das Injizieren abgeschlossen ist, wird das Harzsystem durch das Schließen der Form in die Verstärkungsstruktur gepresst. Hierdurch wird die Verstärkungsstruktur getränkt und kompaktiert.

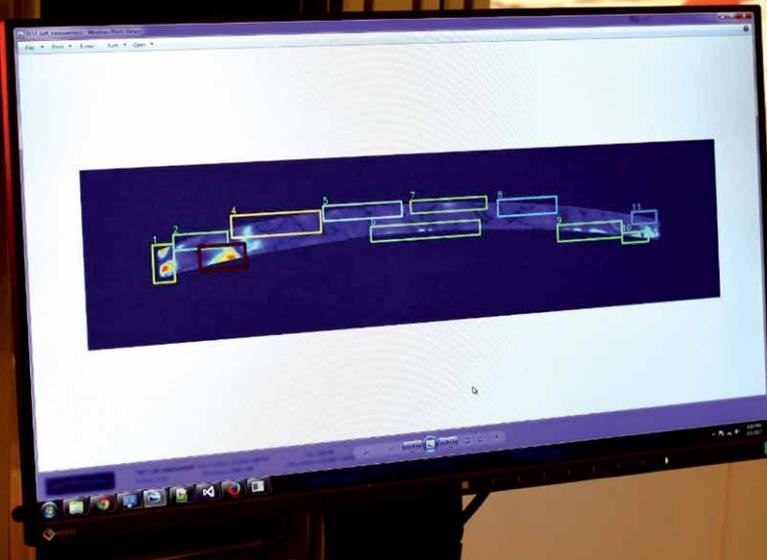
Das Schlauchpermeameter wurde im Hinblick auf die verfahrenstnahe Bestimmung der Permeabilität von Faser-Schlauch Geflechten entwickelt. Die Erkenntnisse, die aus den hiermit durchgeführten Versuchen gewonnen werden, geben wiederum Rückschluss auf die geeignete Wahl der Flechtgeometrie und Struktur der Rovings.

The processing of composite materials using liquid composite moulding (LCM) has boomed over the last years. This is based on the possibility to automate the process, which is the basis for high volume production. Due to the high interest of the economy on this topic there are a few projects going on at the chair of composite processing (LVV). They are dealing with different problems of the LCM process.

To produce high quality parts with the LCM process and prevent possible filling problems simulation tools are used more often. The basis for trustable simulation results is the so called permeability of the preform. Normally the permeability has different values in the three spatial directions. To determine these values there are four different permeameter available at the chair of composite processing. This enables us to determine the whole permeability tensor of a fibre material. Especially the through thickness- and tube-permeameter are specialities.

Due to raising thicknesses of composite components the through thickness impregnation is not neglectable any more. Especially the so called advanced resin transfer moulding process is strongly linked to through thickness impregnation. At this special procedure of the LCM process the mould isn't closed completely after placing the preform in it. This builds up a gap between the upper mould half and the preform. In the following step the injected resin system is able to flow in this gap without resistance. After filling the gap, the mould is closed completely. This leads to vertical impregnation and compaction of the preform.

The tube-permeameter was developed to determine the permeability of the weaved-tube-preforms within process similar conditions. The knowledge found through experiments made with this test rig enables one to find the optimised weave geometry and roving structure.



© Polymer Competence Center Leoben GmbH



© Polymer Competence Center Leoben GmbH

AUF EINEN BLICK

- Partner: Polymer Competence Center Leoben GmbH

Ansprechpartner:
Priv.Do. Dr. Dieter P. Gruber
dieter.gruber@pccl.at
+43 3842 429 6228



Integriertes Qualitätssicherungssystem zur Vollinspektion von großen Kunststoffoberflächen

Integrated quality assurance systems for full examination of the appearance of large plastic surfaces

Die Qualitätsprüfung von Komponenten mit großen Dimensionen, wie sie z. B. bei Blendenelementen des Automobil-Interieurs auftreten, stellt eine große Herausforderung für Machine-Vision Systeme dar. Weisen diese Komponenten zudem gekrümmte Oberflächen auf, so galt die Aufgabenstellung für ein automatisches Inspektionssystem bisher als unlösbar. In die Produktion integrierte Qualitätssicherungssysteme für eine Vollprüfung des Erscheinungsbildes von Kunststoffoberflächen waren daher in der Vergangenheit nicht vorhanden.

Dr. Dieter P. Gruber und sein Team haben am Polymer Competence Center Leoben (PCCL) ein neuartiges „künstliches Auge“ entwickelt, das weltweit erstmals eine schnelle, automatische und reproduzierbare Messung der visuellen Wirksamkeit von Oberflächenfehlern auf großen Kunststoffoberflächen während der Produktion ermöglicht. Dabei ist es gelungen, mehrere wesentliche Probleme klassischer Inspektionssysteme zu lösen: So ist eine automatische Prüfung aller Glanzeigenschaften möglich, die ein menschlicher Betrachter wahrnimmt. Das künstliche Auge ist in der Lage, Lackbeschichtungen und Auto-Interieur-Komponenten, aber auch Oberflächen von Consumer-Produkten wie Handys oder Laptops so zu beurteilen, wie ein menschliches Auge es tun würde.

In der Abbildung oben ist die jüngste Groß-Inspektionsanlage zu sehen, welche in der Lage ist, bis zu 1 200 mm lange Komponenten in nur vier Sekunden zu prüfen. Die Simulation des menschlichen Sehens in Bezug auf die Beurteilung von Oberflächenqualitäten wurde auf eine neue Stufe gehoben, wodurch z. B. nun Schwellwerte zwischen der Sichtbarkeit und Nicht-Sichtbarkeit von Fehlern in hoher Übereinstimmung mit menschlichen Gutachtern bestimmt werden können. Diese Optimierung reduziert den „Schlupf“ von fehlerhaften Teilen und ermöglicht andererseits durch eine genauere Fehlerbeschwellwertung eine Steigerung der für einen Verkauf geeigneten Gut-Komponenten. Die große Resonanz der Fachwelt auf dieses Inspektionssystem ist dementsprechend äußerst groß. Für Forschung und Entwicklung steht am Lehrstuhl für Spritzgießen von Kunststoffen ein Laborversuchsstand zur Verfügung.

Dieter P. Gruber ist Träger des Houska-Preises und des Magna Styria Awards. Er war Österreicher des Jahres 2014 in der Kategorie Forschung und habilitierte sich 2015 an der Montanuniversität.

Quality testing of components with large dimensions, as for example elements of automotive interiors, is a big challenge for a machine-vision system. If these components also have curved surfaces, the task was regarded to be unsolvable for an automated inspection system. Hence, production integrated quality assurance systems for full examination of the appearance of large plastic surfaces were not previously present.

Dieter P. Gruber and his team developed a new “artificial eye” at the Polymer Competence Center Leoben (PCCL), which enables fast, automatic and reproducible measurement of the visual effect of surface defects for the first time on large plastic surface components during production. Thereby, several essential problems of classical inspection systems have been addressed and solved: An automatic evaluation of all perceivable gloss properties was achieved. The artificial eye is able to assess paint coatings and car interior components, as well as surfaces of consumer products such as mobile phones or laptops, the same way as a human eye would.

The image above shows the latest automated inspection system, which is capable of testing the complete surface of up to 1 200 mm long components in as little as 4 seconds. The simulation of human vision with respect to the assessment of surface quality could be increased to a new level, whereby e.g. the determination of thresholds between the visibility and non-visibility of errors with very high correlation with human evaluators can take place. This reduces “false good”-parts and, on the other hand, reduces “false defect”-parts suitable for sale by means of a more accurate error threshold evaluation. The response of the plastic part branch to this inspection system is accordingly extremely wide. For research and development a laboratory test stand is available at the Chair for Injection Molding of Polymers.

Dieter P. Gruber awarded the Houska-Price and the Magna Styria Award. He was Austrian of the Year 2014 in the category science and habilitated 2015 to Assoc.Prof. at the Montanuniversität.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Mahle Filtersysteme Austria GmbH, Leistrütz Extrusionstechnik GmbH, Poloplast GmbH & CoKG
- Förderung: Auftragsforschung, FFG Bridge Projekt

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Sebastian Stieger
sebastian.stieger@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2905



Einsatz thermisch leitfähig modifizierter HDPE-Compounds zur Zykluszeitreduktion

Molecular coating of moulds and dies for polymer processing

Die Produktivität von Spritzgieß- und Blasformprozessen wird in erster Linie von der Zykluszeit bei der Bauteilherstellung bestimmt. Die Zykluszeit steht somit in einem direkten Zusammenhang mit der Wirtschaftlichkeit dieser Verarbeitungsverfahren und das Bestreben nach einer gezielten Reduktion ist Gegenstand zahlreicher Forschungstätigkeiten. Ein limitierender Faktor kann, speziell bei Bauteilen mit großen Wandstärken, die Kühlzeit aufgrund der grundsätzlich geringen Wärme- bzw. Temperaturleitfähigkeit von Kunststoffen sein.

Aus diesem Grund wurde eine systematische Charakterisierung zahlreicher Füllstoffe hinsichtlich ihrer Eignung zur Kühlzeitreduktion anhand eines konkreten Fallbeispiels vorgenommen. Dabei wurde neben dem primären Optimierungsziel (Kühlzeitreduktion) auch auf mechanische Eigenschaften und Verarbeitbarkeit der Compounds sowie auch auf den Materialpreis der Füllstoffe geachtet.

Im Rahmen dieser Studie kamen mikro- und nanoskalige Füllstoffe sowie Kombinationen aus beiden (Füllstoff1 + Füllstoff2) zum Einsatz. Neben dem Füllstofftyp (-system) und dem Füllstoffanteil zeigen vor allem die Partikelform und die Orientierung der Füllstoffe im Bauteil großen Einfluss auf Wärme- und Temperaturleitfähigkeit. Bei anisotroper Partikelform ist folglich eine Messung der Wärmeleitfähigkeit in alle drei Raumrichtungen unerlässlich, um die Bauteilabkühlung exakt vorhersagen zu können.

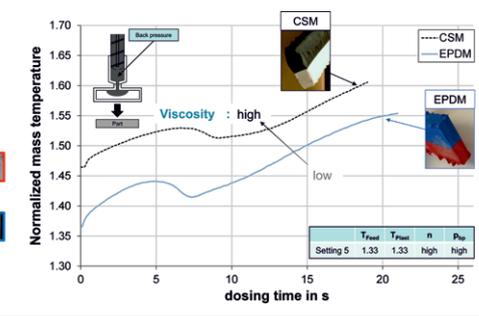
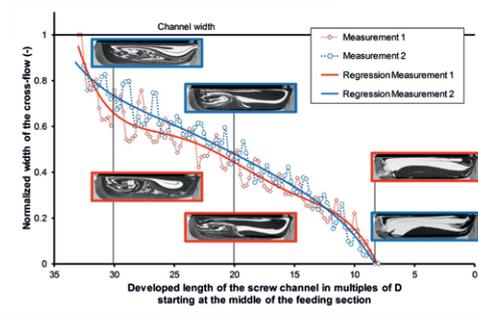
Berechnungen für eine 4 mm dicke Platte zeigen, dass selbst mit kostengünstigsten Füllstoffen wie CaCO_3 , bei einem Füllstoffanteil von 30 Vol.% die Kühlzeit um 35 % reduziert werden könnte. Neben der größeren Wirtschaftlichkeit bei der Bauteilherstellung bieten thermisch leitfähig modifizierte Kunststoffe vor allem in den Bereichen Elektronik und Mechatronik hinsichtlich Verlustwärmeabfuhr entscheidende Vorteile gegenüber konventionellen (ungefüllten) Kunststoffen.

The production efficiency in injection and blow molding processes depends on the cycle time significantly, which is a crucial factor for economic success. Therefore, reducing the cycle time still remains an important topic. Since unfilled polymers show a low thermal conductivity, the polymer itself dominates the cycle time, intensely for thick-walled part geometries.

To address this issue a study was carried out, which characterized systematically various filler types and their ability to reduce the cooling time. Considering both technical and economic aspects, the filler types were selected. Micro- and nanoscale fillers as well as blends (filler1 + filler2) were compounded into HDPE.

The results proved a strong influence of the filler types (-systems), filler contents, filler distribution and orientation in the molded part on the thermal conductivity and diffusivity of the compounds. Using anisotropic filler particles, knowing the thermal conductivity in all 3 space directions is crucial to calculate the cooling of a part precisely. Taking a 4 mm thick part, for example, 30 vol.% of CaCO_3 could reduce the cooling time by 35 % compared to unfilled HDPE.

In conclusion, thermal conductive polymers increase the production efficiency as well as the technical performance of the manufactured part. A high thermal conductivity is a necessity to remove the thermal losses in temperature-sensitive electronic and automotive applications.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL), Semperit Technische Produkte GmbH, Maplan GmbH, Erwin Mach Gummitechnik GmbH, CAS - Computerunterstützte Automatisierungssysteme GmbH & Co KG., Woco Industrietechnik GmbH
- Förderung: National, FFG-COMET

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing Roman Kerschbaumer
romanchristopher.kerschbaumer@pccl.at
+43 3842 429 6282

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

Schneckenprüfstand für Kautschuk-Spritzeinheiten – Dosierverhalten und Temperaturinhomogenität

Screw test stand for rubber injection units – dosing behaviour and temperature inhomogeneity

Technische Elastomerformteile werden vorwiegend dort eingesetzt, wo es auf ihre charakteristischen Eigenschaften ankommt, d. h. vor allem dann, wenn ein elastisches Materialverhalten erforderlich ist. Typische Einsatzgebiete sind demnach Dichtungen (O-Ringe) sowie hoch dynamisch beanspruchte Elastomerformteile wie z. B. Membranen oder Motorlager. Um diese charakteristischen Eigenschaften beim Spritzgießprozess bei jedem Formteil sicherstellen zu können, ist es von grundlegender Bedeutung, die Einstellparameter an der Spritzgießmaschine (z. B.: Zylindertemperaturen, Schneckendrehzahl, Staudruck etc.) mit der Qualität des spritzgegossenen Elastomerformteils (z. B.: Druckverformungsrest, dynamische Eigenschaften etc.) in Korrelation zu bringen.

Das im Zeitraum von 2014–2016 durchgeführte Projekt „RubPart – Elastomerformteile mit homogenerem Vernetzungsgrad durch neue Ansätze der Prozessoptimierung“ beschäftigte sich genau mit dieser Thematik. Hauptaugenmerk lag unter anderem bei der mathematisch-physikalischen Modellbildung der Strömungsverhältnisse im Schneckenkanal sowie der daraus resultierenden Temperaturprofile der dosierten Kautschukmischung. Um die erstellten Modelle evaluieren zu können, wurden ein Schneckenprüfstand und ein schnellansprechendes Temperaturmesssystem gebaut, mit deren Hilfe es möglich ist, die Massetemperatur direkt während des Dosiervorgangs messtechnisch zu erfassen. Dieser Schneckenprüfstand besteht aus einem „First-In First-Out“-Spritzaggregat, das über die Maplan Spritzgießmaschine MTF750/160edition betrieben wird. Es bietet die Möglichkeit, das Dosierverhalten wissenschaftlich zu untersuchen sowie die gewonnenen Erkenntnisse aus dem Dosierverhalten direkt auf die Praxis umzulegen.

Es konnte gezeigt werden, dass die Strömung im Schneckenkanal hauptsächlich von Staudruck, Schneckendrehzahl und deren Wechselwirkungen sowie von der Viskosität der Kautschukmischung abhängt. Vom Beginn bis zum Ende des Dosiervorganges wurde ein signifikanter, axialer Temperaturanstieg von ca. 20 %, abhängig von der Viskosität und dem dosierten Volumen, gemessen.

Technical rubber parts are mainly used where their characteristic properties are important, especially when elastic material behaviour is required. Therefore, typical applications are seals (O-ring) and highly dynamically stressed rubber parts (e.g. diaphragms or motor bearings). In order to be able to ensure these characteristic properties during the injection molding process for each produced rubber part, it is of fundamental importance to correlate the setting parameters on the injection molding machine (e.g. temperature of the plasticizing cylinder, screw rotational speed, back pressure) with the quality parameters of the moulded rubber part (e.g. compression set, dynamical properties).

The project, carried out in the period of 2014–2016, “RubPart – Rubber parts with a more homogenous cross-linking degree by new approaches in process optimization” dealt precisely with the above mentioned topic. The main focus was on the mathematical-physical modelling of the flow condition in the screw channel as well as the resulting mass temperature profile of the dosed rubber compound. In order to be able to evaluate the created models a screw test stand featuring a fast responding temperature measurement system was manufactured. By means of this temperature measurement system, it is possible to measure the temperature of the rubber compound during the dosing phase. Furthermore, this screw test stand consist of a “first-in first-out” rubber injection unit operated by the Maplan injection molding machine MTF750/160edition. The screw test stand allows for investigating the dosing behaviour scientifically and, in addition, transferring the obtained findings from the dosing behaviour directly to practice.

It could be shown that the flow behaviour in the screw channel is mainly dependent on the back pressure, screw rotational speed, their interactions and the viscosity of the used rubber compound. As well from the beginning to the end of the dosing phase a significant temperature rise of about 20 % depending on the rubber compound viscosity and dosed volume was measured.

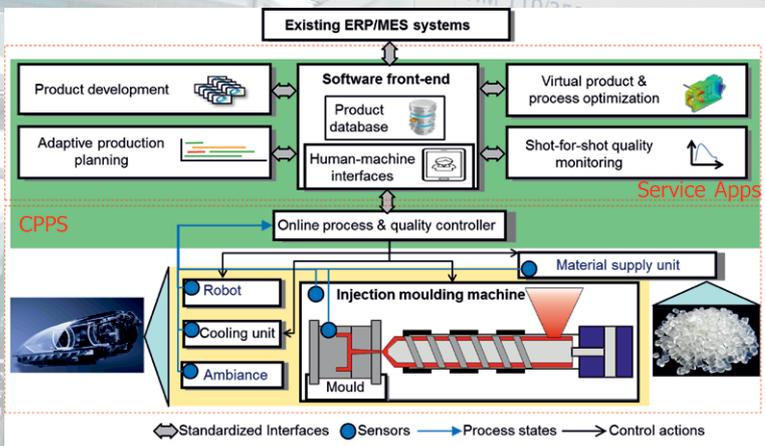


Abb.1: Ansatz von Flex4Production [1,2].
Fig. 1: Holistic approach of Flex4Production [1,2].

AUF EINEN BLICK

- Produktion „von der Wiege bis zur Bahre“
- Drei Regelkreise zur Überwachung, automatisierten Störungserkennung, Dokumentation und effizienten Produktion

Ansprechpartner:
Ass.Prof. Dr. Gerald Berger
gerald.berger@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2904



Eine Forschungssicht auf Industrie 4.0 im Spritzgießen

Advanced Manufacturing for Injection Molding. A researcher's view.

Die Interpretation des Begriffes Industrie 4.0 (oder Advanced Manufacturing) hängt zumeist davon ab, aus welchem Fachbereich man stammt. Die ganzheitliche Betrachtung bleibt ob der Komplexität zwangsläufig auf der Strecke. Dennoch darf Industrie 4.0 nicht erst beim flexiblen Fertigungsprozess beginnen. Vielmehr muss der gesamte Produktlebenszyklus „von der Wiege bis zur Bahre“ analysiert und optimiert werden.

Bereits in der Produktentstehungsphase und -entwicklung müssen Erfahrung und Expertenwissen sowie moderne Simulationstools eingesetzt werden, um virtuell Probleme zu lösen, die sonst später aufwendig in der realen Produktion behandelt werden müssten. In der Fertigung müssen dann trainierte Mitarbeiter und automatisierte, selbstlernende Analysesoftware auftretende Störungen erkennen und adaptiv beheben können. Wissen, das aus nachfolgenden Phasen stammt, muss in einer Datenbank gespeichert und verständlich aufbereitet, früheren Phasen bei neuen Produkten zur Verfügung gestellt werden. Keinesfalls dürfen dabei die Bedürfnisse des Menschen als Produktionsfaktor und Konsument vergessen werden.

Hierfür muss ein geschlossener und lernender Regelkreis aufgebaut werden, der von der systematischen Produktentwicklung über die virtuelle Optimierung von Bauteil, Werkzeug und Fertigungsprozess bis zum 100 % inline überwachen und geregelten, realen Fertigungsprozess stets konstante Produktqualität liefern kann und die Ergebnisse aufbereitet wieder zurückspielt, um neue Produkte effizienter entwickeln zu können. Im Detail besteht dieser Regelkreis aus drei Teilen. Erst durch das Zusammenspiel aller drei Regelkreise können intelligente Produkte 100 %ig überwacht, dokumentiert und effizient produziert werden:

- Ein innerer Regelkreis direkt im Fertigungsprozess, der auftretende Störungen erkennen und den Prozess adaptiv korrigieren kann.
- Ein mittlerer Regelkreis, der laufend reale Produktion und Simulation abgleicht, um die Simulationsgenauigkeit zu verbessern bzw. um die Wirkung geplanter Prozessänderungen vorab zu überprüfen.
- Ein äußerer Regelkreis, der alle Erfahrungen aus der laufenden Produktion bzw. der Bauteilnutzung in die Entwicklung neuer Produkte einfließen lässt.

Zentral ist auch, dass die Ziele von Industrie 4.0 erst dann erreicht werden können, wenn alle Fertigungsschritte und -komponenten fähig, d. h. reproduzierbar und nicht störgrößenanfällig, sind.

The interpretation of Advanced Manufacturing (or Industrie 4.0) depends mostly on one's background. A holistic approach lacks due to the complexity. Certainly, Advanced Manufacturing has to start before the flexible manufacturing process, i.e. the life cycle of a product "from the cradle to the grave" has to be analyzed and optimized. Starting in product creation and design, process experience and expert know-how and modern simulation tools shall be applied to solve problems virtually instead of treating costly in real production.

In manufacturing itself, trained employees together with automated self-learning analysis software must be capable of detecting and solving any disturbances adaptively. Any knowledge gathered in later phases, e.g. in production, has to be saved in a database und refined in a comprehensible form for earlier phases, e.g. for development of new products. In no case, the needs of human worker and consumer may be neglected.

Therefore, a self-learning closed-loop system shall be built: from systematic product development over virtual optimization of product, injection mold, and molding process, to a 100 % inline-monitored closed-loop real manufacturing process. This system would ensure constant product quality; moreover, deliver relevant experience to make developing new products more efficient. In detail, the system consists of 3 circles:

- An inner circle in the manufacturing process that identifies automatically any disturbances and adjusts the process to ensure constant product quality.
- A medium circle that validates continuously simulation and real production to improve simulation accuracy and to check in advance potential effects of new process settings.
- An outer circle that stores and refines any experiences from running production and product use for the development of new products.

Only by combining all 3 circles, intelligent products will be manufactured in a 100 % monitored, documented, and efficient way. Never to forget: The targets of Advanced Manufacturing will only be reached if all manufacturing steps and components are robust and repeatable.

[1] Flex4Production: Projektantrag für Horizon 2020-FoF-11-2015, Nr. 677180, 04.02.2015.

[2] Berger G.R., Kusić D.: Advanced Manufacturing System for Flexible Production in Plastics Injection Molding – A Contribution to „Industrie 4.0“. DVS Polymer Meeting, Gmunden, Austria, 2015.



AUF EINEN BLICK

- Förderung: Ministerium für Transport, Innovation und Technologie – FTI Initiativen „Produktion der Zukunft“ und „Take Off“

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



Modell-basierte FKV-Verarbeitungstechnik

Model-based processing of polymer composites

Am Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen der Montanuniversität Leoben wird das Konzept der modell-basierten Verarbeitungstechnik im Rahmen von zwei aktuellen Forschungsprojekten an Strukturbauteilen der Luftfahrt und Fahrzeugtechnik behandelt. Dabei wird das Ziel verfolgt, a-priori-Wissen über die maßgeblichen physikalischen und chemischen Mechanismen bei der Verarbeitung von faserverstärkten, polymeren Verbundwerkstoffen – wie beispielsweise Formfüllung), Druckentwicklung oder Aushärtekinetik – in Form von phänomenologischen Modellen aufzubereiten und aktiv in der Prozessführung nutzbar zu machen. Dieser Ansatz erfordert die Verwendung von entsprechend geeigneten Sensoren und spiegelt höchst aktuelle Entwicklungen wider, die medial unter den Schlagworten „Industrie 4.0“ bzw. „cyber-physical systems“ kommuniziert werden.

Als große Herausforderung dieses Ansatzes stellt sich die Implementierung von Lösungsmethoden der verarbeitungstechnisch relevanten Modelle heraus: Lösungen, die in FEM-basierten Simulationsumgebungen auf Hochleistungsrechnern oftmals einige Stunden an Rechenzeit erfordern, in der aktiven Prozessführung jedoch unter Echtzeit-Bedingungen innerhalb von Sekunden oder gar Bruchteilen von Sekunden ablaufen müssen. Dazu ist die Entwicklung von effizienten Lösungsverfahren dieser sogenannten inversen Probleme notwendig, welche zudem den Einsatz von spezifischen Hard- und Software-Komponenten auf der Ebene der Prozessführung erforderlich machen. Außerdem ist grundlegendes Verständnis über die maßgeblichen Vorgänge bei den jeweils betrachteten FKV-Verarbeitungsverfahren unabdingbar. Dieses muss zunächst durch Werkstoff-charakterisierung als auch Prozessmodellierung erarbeitet und schließlich in Form von vergleichs-weise einfach lösbaren, mathematischen Modellen aufbereitet werden.

Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Unterstützung durch das Ministerium für Transport, Innovation und Technologie im Rahmen der öffentlich geförderten Forschungsprojekte:

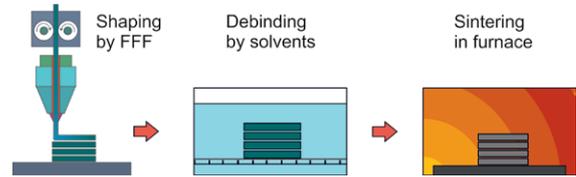
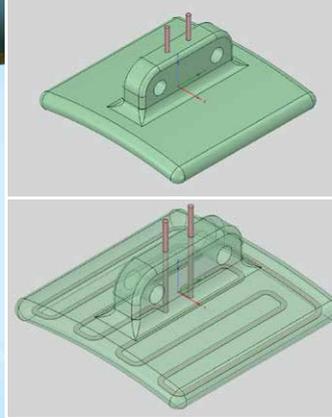
- „HybridRTM“, gefördert im Rahmen der FTI Initiative „Produktion der Zukunft“, und
- „MoVeTech“, gefördert im Rahmen der FTI Initiative „Take Off“, die jeweils über die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) administriert werden.

The Chair for Processing of Composites at Montanuniversität Leoben currently establishes the concept of model-based processing in the frame of two publicly funded research projects, whereas structural components of the aerospace and car industries are addressed, respectively. There, a-priori knowledge about the driving physical and chemical mechanisms in processing of fibre-reinforced polymer composites – like mould filling, pressure characteristics or curing kinetics – is reproduced in terms of phenomenological models and made available for active process management. This approach requires the incorporation of specific sensors and represents a member of the highly innovative developments, which are currently published with the keywords „Industrie 4.0“ or „cyber-physical systems“ in various media.

The biggest challenge faced with this approach is the implementation of solution methods for the relevant processing models: Results, often requiring several hours to be processed through FEM-based simulation on high-performance computers need to be available within seconds or even fractions of sections under real-time conditions. For this purpose, efficient strategies for solving these types of inverse problems need to be developed, which also required the incorporation of specific hardware and software components at the level of process management. Furthermore, fundamental knowledge about the driving mechanisms of the specific composite processing technique is indispensable. This requires efforts in material characterization and process modeling as well as conditioning in terms of comparable simple mathematical models.

The authors acknowledge the financial support provided by the Austrian Ministry for Transport, Innovation and Technology within the research projects:

- „HybridRTM“, funded within the FTI initiative „Produktion der Zukunft“, and
- „MoVeTech“, funded within the FTI initiative „Take Off“, which are both administered by the Austria Research Promotion Agency (FFG).



AUF EINEN BLICK

- Partner: Fraunhofer-Institut für keramische Technologien und Systeme, Admatec, Ceramixx Ireland Ltd, et al.
- Förderung: Europäische Union – Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon 2020 (Projektn. 678503)
- www.ceramfacturing.eu

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



CerAMfacturing – generative Fertigungsmethoden für personalisierte Medizinprodukte

CerAMfacturing – ceramic and multi material components by additive manufacturing methods for personalized medical products

Ziel des von der Europäischen Union finanzierten Projekts „CerAMfacturing“ ist die Entwicklung von personalisierten medizinischen Produkten. Traditionelle Fertigungsmethoden, wie zum Beispiel Spritzgießen, sind für die Fertigung von Einzelstücken wirtschaftlich nicht rentabel. Daher wurde der Einsatz der additiven Fertigung angedacht: Produkte, wie beispielsweise keramische Wärmeelemente für die Hals und Schulterpartie, können damit ideal an den jeweiligen Träger angepasst werden. Für die Außenseite wird hierbei eine elektrisch isolierende Keramik verwendet und für den inneren Kern ein leitendes Metall.

Für die additive Fertigung mittels Fused Filament Fabrication (FFF) werden hochgefüllte Compounds für verschiedene Pulver entwickelt. Diese Compounds müssen mittels FFF verarbeitbar sein und sollen auch bei unterschiedlichen Pulvermaterialien dieselbe Verarbeitungsschwindigkeit aufweisen, sodass sie gemeinsam entbindert, gesintert und genutzt werden können. Besonders bei hohen Füllstoffgehalten werden Filamente häufig brüchig. Die Innovationsstrategie des Projektes beinhaltet die Entwicklung von Compounds mit zwei oder mehreren Kunststoffen, Haftvermittlern und niedermolekularen, organischen Additiven, welche die Verarbeitung sowie die Flexibilität des Compounds und der Filamente verbessern. Ähnlich wie im Projekt „REProMag“ muss ein Teil mittels Lösemittel lösbar sein, während der Rest bis zum Sintern des Pulvers zusammenhalten muss.

In einer weiteren Fallstudie werden auch Teile mit unterschiedlichen Dichten und inneren Strukturen produziert. Für Implantate, wie z. B. Kniegelenke, zeigt sich hier der Vorteil, dass die Produkte an der dichten Seite exzellente Gleitreibungseigenschaften besitzen, auf der strukturierten Seite können Knochen und Gewebe effizienter einwachsen und die Festigkeit sowie den Sitz des Implantates weiter verbessern.

Eine weitere Herausforderung ist die Kombination von Bauteilen, die durch klassische Massenfertigung günstig hergestellt werden, mit einer additiv gefertigten Außenhülle, welche individuell angepasst werden soll. So könnte beim Wärmeelement die innere Struktur vorgefertigt werden und nur die äußere Schale würde additiv gefertigt werden.

In the project CerAMfacturing, financed by the European Union, personalized medical products are developed. Traditional production methods, such as injection molding, are economically not viable for the production of individualized parts. Therefore the additive manufacturing technologies could be used. As one of the case studies, a customized infrared limb heater for neck and shoulders will be produced. Its outer side should be an electrically insulating ceramic and the inside core should be a conductive metal.

For additive manufacturing with Fused Filament Fabrication (FFF), highly filled polymer compounds with different powders are developed. These compounds must be processable on a FFF printer and should show a similar shrinkage, so that they can be debound, sintered and used together. This is highly challenging, as at the high filler content the extruded filaments get very brittle. The innovative strategy involves the formulation of compounds with two or more polymers, adhesives and low molecular weight materials. This will improve the processability and flexibility of the compounds and filaments. Similar to the REProMag project, one of the polymeric components should be soluble and the other keeps the part intact until the part is sintered.

In a second case study, parts with different densities and inner structures should be produced. These parts for implants would have the advantage that the dense parts have excellent tribological properties, whereas the structured parts allows the efficient growth of bones and tissue into these parts and strengthen the compatibility and overall properties of the implants.

A further challenge is the combination of parts, which can be produced cheaper in a classical mass production method and combine them with an additive manufactured outer shell, which can be individualized. In the case study of the limb heater, the heating elements in the core are prefabricated and only the outer shell would be made by additive manufacturing.



© Jesusalcanada - Eigenes Werk - GFDL
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:de:plp?curid=14658215>

AUF EINEN BLICK

- Partner: TPKL GmbH

Ansprechpartner:
 DDI Matthias Katschnig
matthias.katschnig@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 3525



Ökobilanzierung von r²PET

A life-cycle-assessment of r²PET

Unter Ökobilanzierung wird die systematische Analyse der Umweltwirkung von Produkten und Dienstleistungen entlang ihres gesamten Lebenszyklus verstanden. Zu dieser Analyse gehören sämtliche Umweltwirkungen während der Produktion, der Nutzungsphase und der Entsorgung des Produktes sowie die damit verbundenen vor- und nachgeschalteten Prozesse. Zu diesen Umweltwirkungen zählen außerdem alle relevanten Entnahmen aus der Umwelt (z. B. Erze, Rohöl) sowie die Emissionen in die Umwelt (z. B. Abfälle, Kohlenstoffdioxidemissionen).

In der Ökobilanzierung von r²PET sollte am Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung ermittelt werden, wieviel in Österreich im Jahr 2017 an CO₂ eq. eingespart werden können, wenn im Non-Food-Bereich, anstelle von PET-Neuware, r²PET (zweimal rezykliertes PET, Lieferant: Firma TPKL GmbH, hergestellt nach dem internen r²PET-Prozess) eingesetzt wird. Die funktionelle Einheit ist 1 t r²PET, die mit 1 t PET-Granulat-Neuware (PET NW) verglichen wurde.

Das erste stoffliche Recycling findet derzeit bei einer externen Firma statt, wo aus PET-Einweg-Flaschen wieder PET-Grundmaterial für den Food- und Non-Food-Bereich generiert wird. Dabei fallen in-house PET-Nebenprodukte ab (Koppelproduktion), die nicht als Abfall enden, sondern werkstofflich verwertet werden sollen. Dies ist der zweite Recycling-Schritt und findet bei der Firma TPKL statt. Ausgeklammert werden alle folgenden Lebenszyklusphasen der downstream-Produkte im Non-food-Bereich wie Produktherstellung, Produktnutzung, Entsorgung etc. (Cradle-to-Gate-Ansatz). Die Bewertung der Sachbilanz erfolgte mit der IPCC-GWP-100a-Methode, mit welcher das Treibhauspotenzial oder CO₂-Äquivalent eines Produkts analysiert wird.

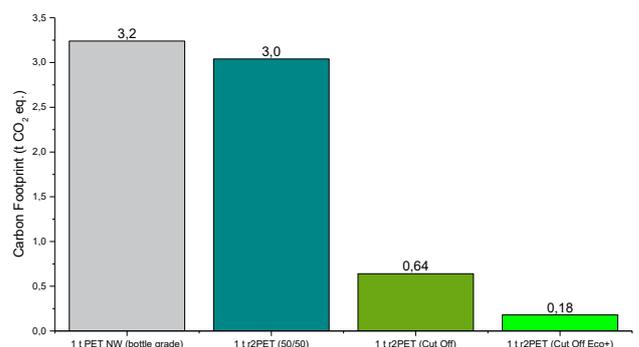
Das dargestellte Diagramm zeigt die Ergebnisse der Ökobilanzierung. r²PET emittiert in jedem angenommenen Szenario weniger CO₂ eq. als PET-Neuware, im Eco+-Szenario, in dem der Einsatz von grünem Naturkraft-Strom bei TPKL GmbH modelliert wurde, sogar über 90 %.

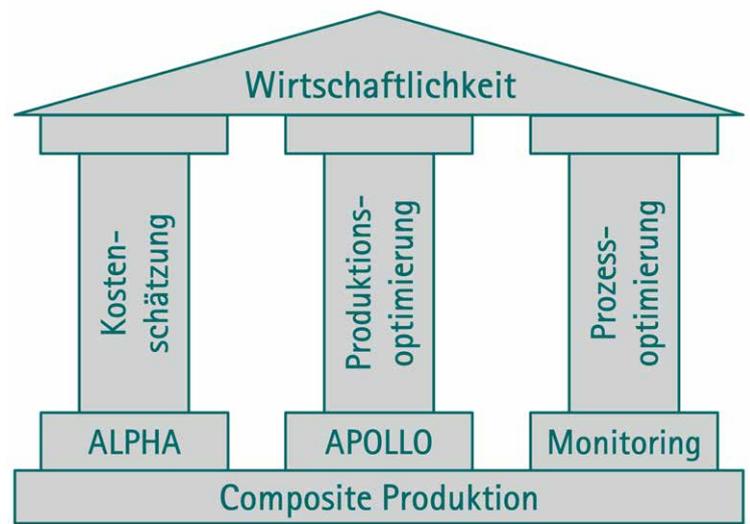
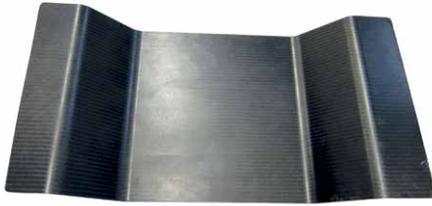
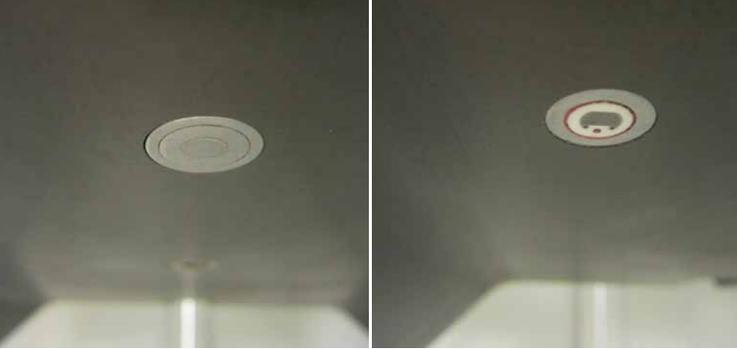
Life-cycle-assessment (LCA) is a technique to assess environmental impacts associated with all stages of a product's life from cradle to grave (i.e. from raw material extraction through material processing, manufacture, distribution, use to disposal or recycling). LCA compares hereby the environmental effects assignable to products and services by quantifying all inputs and outputs of material and energy flows. This information can be used to improve both, products and processes.

In this life cycle assessment at the Chair of Polymer Processing the goal was to determine, if any CO₂ eq. saving is possible, when 1 t r²PET (twice recycled PET, manufactured by TPKL GmbH per an internal r²PET process) is used in the non-food sector in Austria in 2017 instead of 1 t of PET virgin material. Thus, the functional unit is 1 t of r²PET granulate, which is compared with 1 t virgin PET granulate (PET NW).

The first material recycling takes place at an external company where PET base material for the food and non-food sector is recycled from PET one-way bottles. At the same time, in-house PET by-products (coupling production) are produced, which should not end as waste, but should be recycled. This is the second recycling step and takes place at TPKL. The life cycle phases of the downstream products in the non-food sector such as product manufacturing, product use, disposal etc. (cradle-to-gate approach) are excluded. The valuation of the life inventory was carried out using the IPCC-GWP-100a method, which analyzes the greenhouse potential or CO₂ equivalent of a product.

The diagram shows the results of the LCA. r²PET emits less CO₂ eq. in each assumed scenario than virgin PET, in the Eco+ scenario, where the use of green natural power at TPKL GmbH was modeled, even over 90 %.





AUF EINEN BLICK

- Partner: FACC Operations GmbH
- Förderung: Österreichisches Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Christian Hueber
christian.hueber@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2718



Christian Doppler Labor – Kostenschätzung für wirtschaftliche Composite Produktion

Christian Doppler Laboratory – cost estimation for efficient composite production

Faserverstärkte Kunststoffe oder Composite Materialien, besitzen aufgrund ihrer Werkstoffkombination aus hochfesten Fasern in einer widerstandsfähigen Kunststoffmatrix außergewöhnliche mechanische Eigenschaften. Diese werden besonders in der Luft- und Raumfahrt sowie im Rennsport geschätzt. Aber auch die Automotive-, Transport-, Wind- und Sportindustrie können vom Leistungspotenzial dieses High-Tech Werkstoffs profitieren. Dazu ist es jedoch wichtig die vergleichsweise hohen Werkstoff- und Herstellungskosten zu verstehen und kontrollieren zu können. Die Kostenmodellierung bzw. Kostenschätzung ist hierzu ein essentielles Werkzeug, für welches grundsätzlich drei elementare Methoden – Ähnlichkeitsbasierte, Parametrische und Bottom-up Schätzungen – zur Verfügung stehen.

Basierend auf einer Analyse dieser Verfahren und bekannter Modelle wurde für das Christian Doppler Labor (CDL) ein Bottom-up/Parametrischer Hybridansatz entwickelt, dessen Grundlage das entwickelte Kostenschätzprogramm ALPHA bildet. Diese fundamental als Bottom-up aufgebaute Software ist dahingehend konzipiert, durch Integration von Parametrischen Funktionen eine Kostenschätzung in allen Produktentwicklungsphasen mit einem einzigen Programm zu ermöglichen.

Das CDL verfolgt, gestützt durch die Kostenschätzung mittels ALPHA, einen ganzheitlichen Ansatz zur Wirtschaftlichkeit in der Composite Verarbeitung. So soll mithilfe von Online Prozessüberwachung der Herstellungsprozess selbst wirtschaftlicher gemacht werden. Hier wird der Einfluss von Zykluszeit, Ausschussrate und frühzeitiger Fehlererkennung im laufenden Prozess auf die Herstellungskosten untersucht.

Die dritte Säule dieses Ansatzes bildet das ebenfalls im CDL entwickelte Programm zur reihenfolge-optimierten Produktionsplanung am Schnittpunkt zwischen diskreter und Batch-Fertigung in der Composite Luftfahrtindustrie. Das als APOLLO bezeichnete Tool nutzt einen Branch & Bound Algorithmus um die ideale Bauteilreihenfolge im vorgelagerten diskreten Fertigungsschritt zu finden, bei der eine maximale Auslastung, bei minimaler Durchlaufzeit, im nachgeschalteten Batch-Prozess erzielt wird.

Der Autor dankt dem Österreichischen Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, der Christian Doppler Forschungsgesellschaft, sowie dem Industriepartner, der FACC Operations GmbH, für die Ermöglichung dieser Forschung.

Fiber-reinforced plastics or composite materials, have exceptional mechanical properties due to their material combination of high-strength fibers embedded in a resilient polymer matrix. This makes them especially preferable for aerospace and racing applications. But also automotive, transportation, wind energy and sports industry can profit from this materials class's performance. But therefor, it is necessary to understand and be able to control the comparatively high material and manufacturing costs of composites. The key to this is cost modelling and estimation for which there are three basic principles available – analogous, parametric and bottom-up.

Based on analyzation of these methods and known models a bottom-up/parametric hybrid approach was chosen for the development of the Christian Doppler Laboratory (CDL) cost estimation program ALPHA. The software is fundamentally based on the bottom-up principle but is designed to integrate parametric methods to enhance its capabilities. Thus allowing cost estimation through all product development phases with one single program.

In the CDL a holistic approach to enhance economics in composite processing is pursued. While the first aspect was the development of ALHPA, the second phase is the evaluation of online process monitoring on its potentials to make composite production more economical. The possibilities of saving cycle time, decreasing scrap rate or providing intelligent scrap detection and their effects on manufacturing costs are analyzed.

The third aspect in the holistic tactic to economic composites is production planning optimization. The CDL APOLLO tool for production order optimization at the intersection between discrete and batch processing in composite aerospace manufacturing uses a Branch & Bound algorithm to find ideal production sequences. The aim is to minimize throughput time and maximize utilization in the batch process by optimized component manufacturing order in the upstream discrete process.

The author thanks the Austrian Federal Ministry of Science, Research and Economy, the Christian Doppler Research Association and the FACC Operations GmbH for making this research possible.



AUF EINEN BLICK

Förderung: Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, 7. Rahmenprogramm der Europäischen Union

Ansprechpartnerin:
Dipl.-Ing. Maximilian Tonejc
maximilian.tonejc@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2716



Adaptive Multi-Material Legetechnik

Adaptive Multi-Material Placement Techniques

Die Anwendungsgebiete endlosfaserverstärkter Kunststoffverbunde sind heute vielfältiger denn je. Typischerweise werden Verstärkungsmaterialien wie Carbon- oder Glasfasern in Form von technischen Textilien verarbeitet. Für Hochleistungsbauteile werden definiert gerichtete Verstärkungsstrukturen benötigt. Diese lassen sich über unidirektional verstärkte Bändchen mittels Legetechnik herstellen.

Um gezielt Prozess-Eigenschafts-Wechselwirkungen untersuchen zu können, wurde am Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen ein eigenes Legesystem entwickelt. Augenmerk gelegt wurde dabei auf die Austauschbarkeit von Funktionsgruppen, um maximale Flexibilität zu gewährleisten. Besonders hervorzuheben sind die unterschiedlichen Endeffektoren zur Kompaktierung bzw. Konsolidierung sowie unterschiedliche Heizquellen zur Prozess temperaturführung, welche maßgeblich Einfluss auf die Qualität der gelegten Strukturen nehmen.

Im Christian Doppler Labor für Hocheffiziente Composite Verarbeitung werden die Legeeigenschaften von Binderrovings untersucht. Dabei handelte es sich um Direktrovings, die mit einem geringen Anteil an Haftvermittlern versehen sind. Mittels dieser „trockenen“ Faserbündel lassen sich technische Gelege herstellen und partielle Verstärkungen realisieren. Die so aufgebauten Verstärkungsstrukturen werden anschließend hinsichtlich ihrer Tränkeigenschaften analysieren, wobei die Permeabilität sowie die Imprägnierbarkeit bzw. Porosität im Fokus stehen.

Das Christian Doppler Labor wird gefördert durch das Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (BMWFW) und durch die Christian Doppler Forschungsgesellschaft betreut. Firmenpartner ist die FACC Operations GmbH.

Im Projekt „STELLAR“ (Selective Tape-Laying for Cost-Effective Manufacturing of Optimised Multi-Material Components) wurde eine Legetechnik zum Aufbau thermoplastischer Strukturen entwickelt. Dafür wurden die besten Expertisen im Konsortium entlang der gesamten Fertigungskette vereinigt, die mit umfänglichem Verständnis der technischen Anforderungen, Wirkungs- und Verwertungsmöglichkeiten zur gemeinsamen Zielerreichung beitragen. Das Projekt wurde gemäß Fördervertrag Nr. 609121 aus dem 7. Rahmenprogramm der Europäischen Union für Forschung, Technologieentwicklung und Demonstration finanziell unterstützt.

The application fields for fiber reinforced composites are more diverse than ever before. Typically the reinforcing materials are based on carbon or glass fibers arranged into technical textiles. In case of high performance components a defined oriented reinforcement is required. Such structures can be reached by using unidirectional reinforced tapes and according placement technologies.

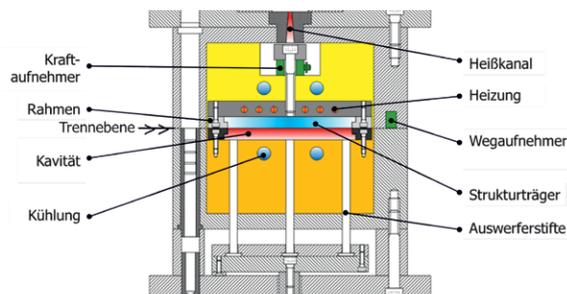
Aiming the study of process property relationships, the Composite Processing Group developed a custom made placement system. During development an emphasis was put on replace ability of functional groups for maximum flexibility. Especially the varieties of end effectors for compaction and consolidation as well as heating sources were considered.

In the Christian Doppler Laboratory for High Efficient Composite Processing placement properties of binder rovings were investigated. Those consist of a direct roving equipped with a small amount of tackifier. Utilizing these "dry" rovings non crimp fabrics were produced and tested on their permeability as well as impregnability.

The Christian Doppler Laboratory receives funding by the Federal Ministry of Science, Research and Economy (BMWFW) and is administrated by the Christian Doppler Research Association. Industrial partner is FACC Operations GmbH.

The aim of the "STELLAR" (Selective Tape-Laying for Cost-Effective Manufacturing of Optimised Multi-Material Components) project was to develop a placement technology for thermoplastic based structures. The project was intended to develop a manufacturing process that is appropriate for a wide range of potential applications. The aim therefore was to create a best practice approach along the entire process chain and channel it into an industrially focused partnership. All involved parties hence fully understand the objectives of the project regarding technical requirements, impact and utilization possibilities.

The "STELLAR" project received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement no. 609121.



AUF EINEN BLICK

- Partner: STRATEC Biomedical AG

Ansprechpartner:
 Assoz.Prof. Dr. Thomas Lucyshyn
 thomas.lucyshyn@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 3510



Neues Spritzgießwerkzeug für die Messung von Entformungskräften

New injection mold for the measurement of demolding forces

Mikrostrukturierte Kunststoff-Bauteile, die im Spritzgussverfahren hergestellt werden, finden immer häufiger Verwendung, insbesondere in der Medizintechnik bzw. in den sogenannten „Life Sciences“. Bei der Herstellung dieser Präzisionsteile sind einige Herausforderungen zu bewältigen: von der vollständigen Füllung der Mikrokanäle bis hin zum Entformungsvorgang, der in vielen Fällen darüber entscheidet, ob ein Bauteil fehlerfrei produziert werden kann oder nicht.

Der Entformungsvorgang wird von einem komplexen Zusammenspiel verschiedener Einflussparameter bestimmt. Im Rahmen einer Kooperation mit STRATEC Biomedical AG (ehemals Sony DADC BioSciences GmbH) in Salzburg wurde am Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung ein neues, instrumentiertes Spritzgießwerkzeug entwickelt, mit dem es möglich ist, diese Einflüsse systematisch und unter realen Prozessbedingungen zu untersuchen sowie quantitativ zu bewerten. Es wurden damit bereits grundlegende Untersuchungen zum Entformungsverhalten durchgeführt und die folgenden vier wesentlichen Faktoren systematisch analysiert: das Polymer, das Design der Mikrostrukturen, das Werkzeug sowie der Spritzgießprozess.

Die durchgeführten Analysen zeigten deutlich auf, dass aufgrund der komplexen Zusammenhänge und Interaktionen jede Konstellation aus Polymer - Struktur - Werkzeug - Prozess individuell betrachtet werden muss. Bisher konnten nur wenige allgemeingültige Regeln für das Entformungsverhalten aufgestellt werden; umso wichtiger ist es daher, messtechnisch und mit vertretbarem Aufwand Informationen über die Entformbarkeit des geplanten Bauteils zu erhalten. Mit dem vorgestellten Werkzeug ist es nun möglich, die Zusammenhänge zwischen den oben genannten Einflussfaktoren quantitativ zu erfassen.

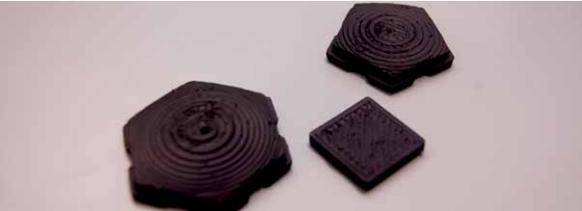
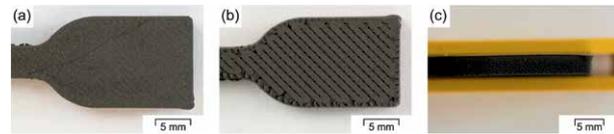
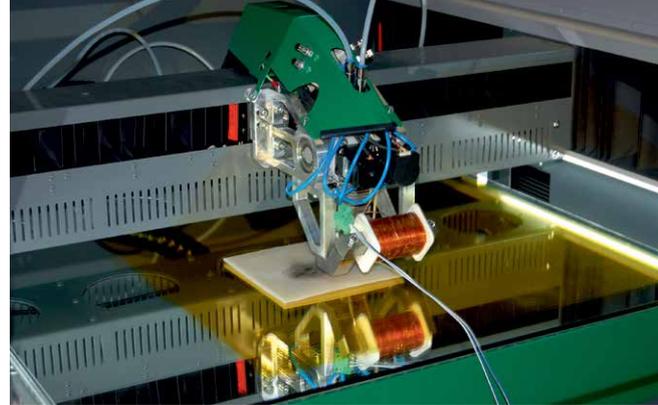
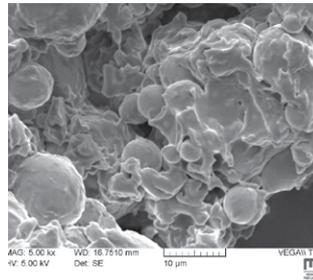
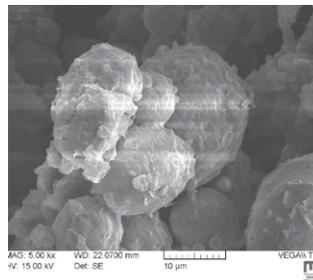
Einsatzmöglichkeiten für dieses anwendungsnahe Messsystem sind z. B. die gezielte Verbesserung der Entformungseigenschaften von Polymeren, die Untersuchung der Wirkung von Additiven zur Verbesserung der Entformung, die Entwicklung von dehävisen Werkzeug-Beschichtungen, Verbesserung des Designs von Bauteilen oder die Optimierung von Mikro- und Nanostrukturen.

Microstructured injection molded plastic parts find more and more applications, especially in medical engineering and life sciences. During the production of these precision parts, several challenges have to be tackled from the complete filling of the micro-channels to the demolding step, which in many cases can be the deciding factor, if a part can be produced without errors or not.

The demolding step is influenced by a complex interaction of different influencing parameters. In the framework of a cooperation with STRATEC Biomedical AG (former Sony DADC BioSciences GmbH) in Salzburg a new instrumented injection mold was developed at the Chair of Polymer Processing, which enables the systematic investigation of these influencing factors under real process conditions as well as a quantitative evaluation. With this mold fundamental research on the demolding behavior was performed. Four key parameters, which influence the demolding step, were systematically investigated: the polymer, the design of the microstructures, the mold as well as the injection molding process.

The investigations showed clearly that due to the complex interrelation and interaction each constellation of polymer - structure - mold - process has to be examined individually. All the more it is important to have the possibility to obtain information on the demolding behavior of a planned product with an acceptable measurement effort. With the presented mold it is possible to quantitatively determine the relation between the different influencing factors.

Potential applications for this process near measurement system are for example the targeted improvement of the demolding properties of polymers, the investigation of the effect of additives for an improved demolding step, the development of dehesive mold coatings, improvement of product design or optimization of micro- and nano-structures.



AUF EINEN BLICK

- Partner: HAGE Sondermaschinenbau GmbH & Co KG, OBE GmbH & Co. KG, et. al.
- Förderung: Europäische Union - Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon 2020 (Projektn. 636881)
- www.repromag-project.eu

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



REProMag – ressourceneffiziente Herstellung von Seltenen Erden Magneten aus Recyclingmaterial

REProMag – resource efficient production of rare earth magnets from recycling material

In dem von der Europäischen Union finanziertem Projekt REProMag wird ein innovatives und ressourcensparendes Verfahren zur Produktion von Seltenen Erden Magneten entwickelt, welches eine 100 % abfallfreie Produktionskette sicherstellt. In einem Vorgängerprojekt hat die Universität Birmingham eine Recyclingmethode für Neodym-Eisen-Bor (Ne-Fe-B)-Hartmagnete aus Festplatten entwickelt, in der das Material separiert wird und unter Wasserstoff zu hydriertem Pulver zerfällt. Nach weiteren Verarbeitungsschritten kann das Pulver mit Kunststoffen compounding und mittels Pulverspritzgießen oder einer additiven Fertigungsmethode für die Fertigung von Bauteilen eingesetzt werden.

Der Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung konzentriert sich auf die additive Fertigungstechnologie des Fused Filament Fabrication (FFF). Dabei wird ein Kunststofffilament in eine Düse befördert, aufgeschmolzen und extrudiert. Dieser extrudierte Strang wird schichtweise auf die erwünschte Geometrie abgelegt und erzeugt, basierend auf CAD-Dateien, das reale Bauteil.

Die häufigsten genutzten Materialien beim FFF sind PLA und ABS, da diese Materialien relativ einfach aufschmelzen und gute mechanische Eigenschaften aufweisen. Für eine effiziente Produktion von Kunststoffcompounds und Bauteile mit Ne-Fe-B ist ein hoher Füllgrad notwendig, damit ein möglichst dichtes und porenfreies Bauteil gewährleistet werden kann. Zumindest zwei verschiedene Kunststoffe sind für den Compound notwendig. Die erste Komponente wird in einem Lösemittel aufgelöst, während der restliche Binder in einem zweiten Schritt thermisch zersetzt wird. Dabei sintert das Pulver zu einem homogenen Bauteil zusammen. Die größte Herausforderung bei diesen hochgefüllten Compounds ist nicht nur das Mischen, sondern auch die Auswahl der geeigneten Materialkombinationen unter der Berücksichtigung der nachfolgenden Produktionsschritte.

Nach umfangreichen Versuchen konnte eine erfolgreiche Mischung formuliert werden, welche ca. 80 Gew.-% Ne-Fe-B Pulver beinhaltet. Dieses Material wurde am Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung gemischt, zu Filamenten verarbeitet und bei der Firma HAGE Sondermaschinenbau GmbH & Co KG in einem magnetischen Feld zu komplexen Formen gedruckt. Die gedruckten Bauteile konnten bei der Firma OBE GmbH & Co. KG erfolgreich entbindert und gesintert werden, um komplex geformte Magnete zu erhalten.

In Repromag, a project financed by the European Union, an innovative and resource efficient production route for sintered rare-magnets is being developed, ensuring a 100 % waste-free manufacturing chain. In a prior project the University of Birmingham developed a method for extracting neodymium iron boron (Ne-Fe-B) hard magnets from hard drives, in which the material decays under hydrogen atmosphere to powder. After further processing steps, such powder can be compounded with polymers and be used to fabricate parts via powder injection molding or additive manufacturing technologies.

The Institute of Polymer Processing focuses on the AM technology Fused Filament Fabrication (FFF). Briefly, in the FFF process a filament is conveyed to a die, melted and extruded. The extruded strand is then deposited layer by layer, resulting in a printed part with any desired geometry based on a CAD file.

The most commonly used materials in FFF are PLA and ABS, as they melt easily and have good mechanical properties. For an efficient production of the polymer compound with Ne-Fe-B and their parts, a high filling degree is required to ensure a dense packing and no void formation after sintering. At least two different polymers – the backbone and binder – are needed in the compound for the post processing steps. The first polymeric binder system in the compound should be debound by a solvent and the rest should decompose thermally in a second step, ensuring that the powder sinters to a homogeneous part. The main challenge of a highly filled compound is not only the mixing, but also the selection of appropriate polymer combinations and subsequent processing steps.

After many experiments, a promising compound consisting of roughly 80 w% Ne-Fe-B was developed. The developed compound was mixed and extruded to filaments at the Institute of Polymer Processing and the project partner, HAGE Sondermaschinenbau GmbH & Co KG, printed the part in a magnetic field. Another partner, OBE GmbH & Co. KG, debound and sintered the printed parts to obtain complex formed magnets.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Lehrstühle für Spritzgießen von Kunststoffen bzw. Umformtechnik, Mahle Filtersysteme GmbH, pkt Präzisionskunststofftechnik Bürtlmair Ges.m.b.H, Böhler Edelstahl GmbH & Co KG, JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
- Förderung: FFG-Leitprojekt „addmanu“

Ansprechpartner:
 Ass.Prof. Dr. Gerald Berger
 gerald.berger@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2904



Konturnahe und bionische Kühlsysteme für Spritzgießwerkzeuge

Contour-close and biomimetic cooling systems for injection molds

Die rasche Entwicklung des Additive Manufacturing wird neue, konturnahe Kühlkanalsysteme ermöglichen. Es stellt sich jedoch die Frage, unter welchen Bedingungen „gedruckte“ Stahl-Formeinsätze mit konturnahen, wassertemperierten Kühlkanälen konventionelle Formeinsätze aus hoch wärmeleitfähigen Werkstoffen erfolgreich ersetzen können.

In zwei praktischen Anwendungsbeispielen wurden Formeinsätze mit unterschiedlichen Kühlsystemen zur Elimination von HotSpots im Spritzgießprozess simuliert. Neben konventionellen, gebohrten Kanälen und konturnahen Kanälen wurde auch ein Kühlkanalsystem ähnlich einer Blutgefäßstruktur entwickelt. Dieses besteht aus einer Arterie, welche sich in zwei Sub-Arterien und weiter in je zwei Kapillaren aufteilt. Die Kapillaren vereinigen sich wieder zu Sub-Venen und weiter zu einer Vene. Damit kann ein größerer Bereich homogen gekühlt werden, ohne die mechanische Festigkeit des Einsatzes zu sehr zu schwächen.

Der sinnhafte Ersatz hoch wärmeleitfähiger Formeinsätze durch eine konturnahe Kühlung hängt wesentlich von der Eingriffstiefe des Formeinsatzes in das Bauteil ab: Ist die Eingriffstiefe gering und können die Kühlkanäle entfernte, schlanke Formeinsatzfinger nicht erreichen, so ist der Ersatz nicht sinnvoll (Abb. 2). Ist die Eingriffstiefe jedoch groß und die Formeinsatzgeometrie wenig komplex, so kann ein Stahlformeinsatz mit konturnahen Kühlkanälen erfolgreich die weniger verschleißbeständigen, hoch wärmeleitfähigen Werkstoffe ablösen. Insbesondere die Blutgefäßstruktur zeigt eine hervorragende Kühlwirkung sowohl in der Temperaturhomogenität als auch in der Abkühlrate (Abb.1).

The ongoing developments in additive manufacturing will enable new, contour-close cooling systems in injection molding. Yet, the question remains in which conditions those “printed” steel mold inserts will perform better than conventional water-cooled cooling channels in heat-conductive mold inserts.

Two mold inserts and several cooling systems to eliminate hot-spots in injection molding were simulated. A biomimetic (blood-vessel-like) cooling system was developed and compared to conventional (drilled) or contour-close channels. The biomimetic system consists of a major artery, branching into two sub-arteries which further split up into two capillary tubes each. The capillaries merge into two sub-veins and finally into a major vein again. Thus the surface cooling is significantly more homogeneous and faster, without weakening the mechanical performance of the mold insert too much.

A wise replacement of heat-conductive mold inserts by a contour-close cooling system depends predominantly on the infeed of the mold insert into the polymer part: If the infeed is deep and the mold insert is less complex, a steel mold insert using contour-close cooling will substitute a less wear resistant heat-conductive mold insert successfully (Figure 1). However, the replacement is useless if the infeed is low and the cooling channels do not reach slim and distant mold insert fingers (Figure 2).

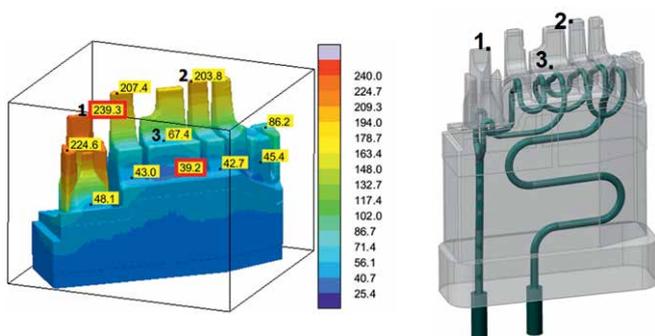
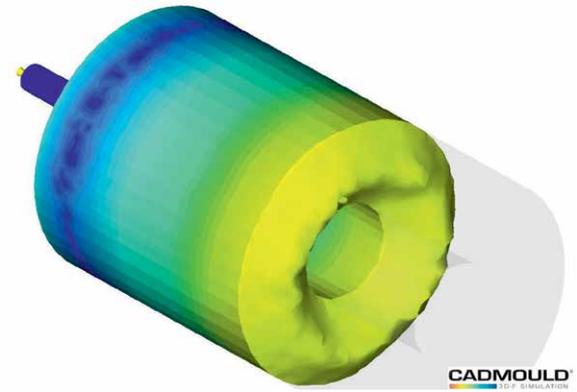
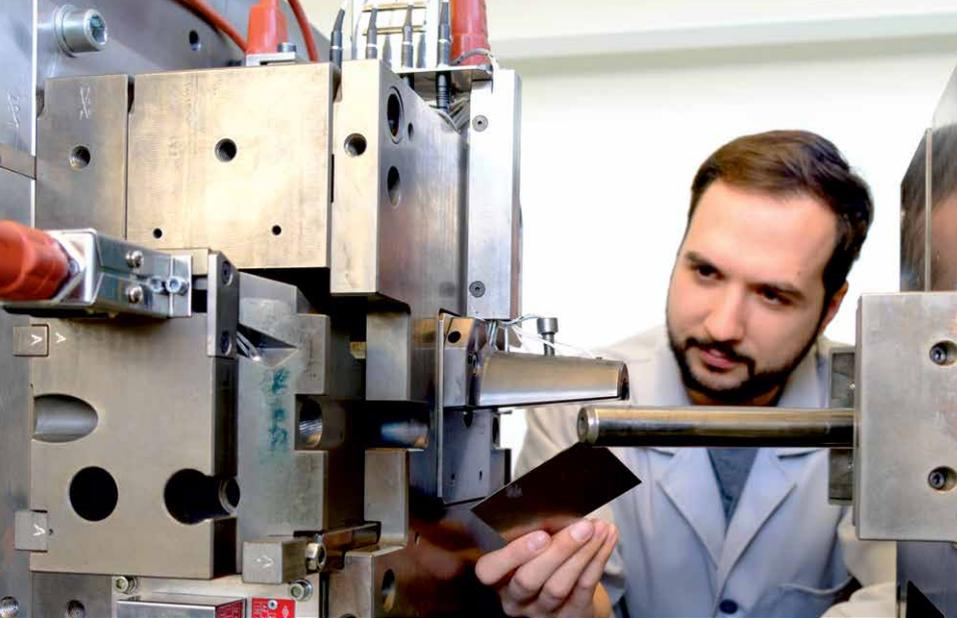


Abb. 2: Oberflächentemperatur des konturnah gekühlten Formeinsatzes 21 s nach erstem Schmelzkontakt.



Abb. 1: Oberflächentemperatur des bionisch gekühlten Formeinsatzes 1.5 s nach erstem Schmelzkontakt.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCCL), SKF Group, ENGEL Austria GmbH, Simcon kunststofftechnische Software GmbH, Dr. Gierth Ingenieurgesellschaft mbH
- Förderung: National, FFG-COMET

Ansprechpartner:

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

Ass.Prof. Dr. Gerald Berger
gerald.berger@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2904

Robuste Prozessführung beim Kautschukspritzgießen durch Nutzung von Spritzgießsimulation

Robust rubber injection molding processes by the use of injection molding simulation

Elastomere sind wegen ihrer Dichtungs- und Dämpfungseigenschaften elementarer Bestandteil vieler Produkte des täglichen Lebens und häufig stellt das Spritzgussverfahren die schnellste und kostengünstigste Lösung dar, Elastomerformteile herzustellen. Um Produktionsprozesse und -anlagen besser planen zu können, wird von vielen Herstellern systematisch Simulationssoftware eingesetzt, die hier jedoch oft noch ungenaue Resultate liefert.

In einem Projekt des Polymere Comeptenc Center Leoben unter langjähriger Leitung von Dr. Michael Fasching (derzeit SKF Sealing Solutions Austria GmbH), konnte eine maßgebliche Erhöhung der Genauigkeit der Simulationsergebnisse erreicht werden, indem wesentliche Schwachstellen wie z. B. die dreidimensionale Berechnung des thermischen Haushalts des Systems „Material-Spritzgussform“ verbessert wurden. Mit einem neuen Kautschuk-Rheometerwerkzeug können Viskositätsdaten direkt an der Spritzgussmaschine unter Bedingungen bestimmt werden, welche den realen Produktionsverhältnissen sehr nahe kommen.

Als zweite Innovation wurde die vollständige Analyse des dreidimensionalen thermischen Haushalts der Spritzgussform in CADMOULD 3D-F realisiert. Typische, in der Praxis akzeptierte thermische Inhomogenitäten, die zu teilweise stark inhomogener Vernetzung und schwankender Bauteilperformance führen, können so klar aufgezeigt und durch kluge Auslegung des Temperiersystems minimiert werden.

Die gesteigerte Genauigkeit der Simulation ermöglicht die Ermittlung eines robusten Herstellungsprozesses mit stabilem Arbeitspunkt und erlaubtem Arbeitsfenster für die vorgegebenen Qualitätskriterien wie z. B. Heizzeit, minimaler Vernetzungsgrad oder minimaler Vernetzungsgradunterschied. Die für die Bauteilqualität kritischen Geometrie- bzw. Prozessgrößen können hierbei besser sichtbar gemacht werden. In Anwendungsbeispielen konnte z. B. der Zeitpunkt des Beginns der Vernetzungsreaktion optimiert werden. Mit der verbesserten Simulation konnte für ein reales Bauteil eine Produktivitätssteigerung von bis zu 30 % bei gleichzeitig erhöhter Prozessstabilität erreicht werden.

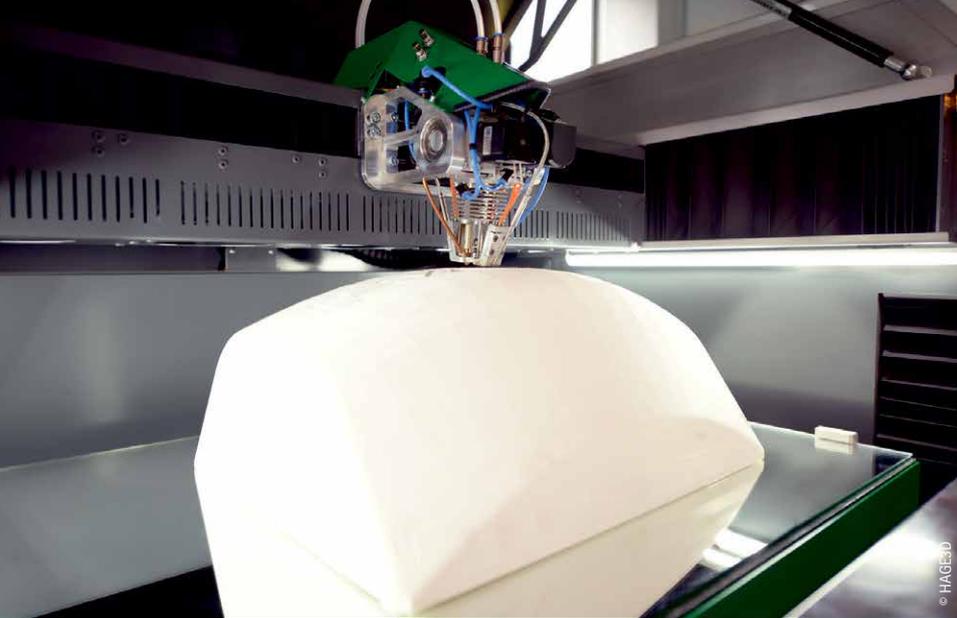
Ferner wurden Modelle entwickelt, die auf Basis der Wandtemperatur den örtlichen Vernetzungsgrad voraussagen können. Daraus folgend könnten an kritischen Stellen des Werkzeuges platzierte Temperatursensoren für eine Inline-Qualitätskontrolle in der laufenden Produktion genutzt werden.

Rubber products are key elements of many devices and machines found in our everyday life, since their sealing and damping properties are not achievable by any other group of materials. In many cases, rubber injection molding provides the throughput and cost efficiency needed for mass producing rubber parts. To develop better injection molding facilities and processes, many manufacturers systematically use simulation. When simulating the molding manufacturers of rubbers, however, results are far from reality.

In this project (long time managed by Dr. Michael Fasching, at present SKF Sealing Solutions Austria GmbH) the results of rubber injection molding simulation have been improved significantly. This mainly stems from improving the important weak points quality of the material data available and calculating the accurate three-dimensional temperature distribution in the system "rubber part – mold". As a first step, a special rubber injection molding rheometer was developed to determine material viscosity under real manufacturing conditions. Second, the 3D temperature distribution in a production mold was simulated using CADMOULD 3D-F. Visualized thermal inhomogeneities, typical for rubber injection molding and accepted in practice lead to non-homogenous curing and fluctuating part quality. The new simulation technique allows for avoiding such inhomogeneity by optimizing the mold tempering system.

The increased accuracy of the simulation permits a pre-calculation of a robust manufacturing process by identifying part sections which are critical for the part quality. Robustness has been obtained by optimizing the starting time of the curing reaction, which – if it is too early – causes intense quality problems and – if it is too late – lowers productivity. Applying the improved simulation, both the stability and the productivity of the manufacturing process of a real component were raised; the latter by 30 %.

Furthermore, models were developed to predict the local degree of cure based on the cavity surface temperature. By installing temperature sensors at critical positions, the manufacturing process could be controlled inline.



Die neue HAGE3D 140I FFF-Maschine am Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung wird für die Case Studies im Projekt AM4I eingesetzt

AUF EINEN BLICK

- Partner: HAGE GmbH, Antolin Ebergassing GmbH, R&D Consulting GmbH & Co KG, AGRU Kunststofftechnik GmbH, GZ Pils, MC Mechatronik-Cluster

Ansprechpartner:
 DDI Matthias Katschnig
matthias.katschnig@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 3525



3D-Druck fit für die Industrie: Projekt „Additive Manufacturing for Industry-AM4I“

3D printing fit for industry: project „Additive Manufacturing for Industry-AM4I“

Im Fokus der kunststofftechnischen Forschungsaktivität im Projekt AM4I stehen qualitätsgesicherte 3D-Druck-Prozesse (Fused Filament Fabrication, FFF) für die Herstellung von technischen Komponenten aus Hochleistungspolymeren und Hybridkonstruktionen im KMU-Umfeld. Dazu sollen bestehende Prozesse so strukturiert und adaptiert werden, dass FFF als industriereife, additive Fertigungstechnologie zur Verfügung steht. Es wird der gesamte Wertschöpfungsprozess Material – Druck – Bauteil beleuchtet:

Material

FFF wird zurzeit hauptsächlich mit den Kunststoffen PLA und ABS betrieben, da sie leicht zu verarbeiten und für Anwendungen in einfachen Produkten besonders geeignet sind. Im industriellen Maßstab wäre es wünschenswert, auch mit technischen Kunststoffen bis in den High-Performance-Bereich (Hochleistungspolymere: Hochtemperatur-Anwendungen, große mechanische Belastungen etc. z. B. PC-ABS, PPSU/PSU od. PEEK) drucken zu können. Des Weiteren wäre auch der Druck mit „weichen“ Kunststoffen aus der Werkstoffklasse der thermoplastischen Elastomere für die Industrie interessant, da dadurch Hybrid-Bauteile mit Hart-Weich-Kombinationen und synergistischem Eigenschaftsprofil realisiert werden könnten.

Prozess

Großvolumiges FFF (> 100 l) mit Hochleistungspolymeren und Werkstoffverbunden erfordert neuartige Konstruktionen hinsichtlich des Druckbetts, der Filamentzuführung und Druckkammer, des Druckkopfs sowie der exakten Ansteuerung mit Linearmotoren und Linearführung. Der Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung entwickelte mit der Firma HAGE GmbH einen Prototyp, der diese Anforderungen zum Teil schon erfüllt und eine darauf basierende Weiterentwicklung ist im Projekt AM4I im Einsatz (siehe Abbildung). Diese Maschine ist nach derzeitigem Wissensstand weltweit einer der ersten Großraumdrucker für alle Thermoplaste.

Bauteil

Drei konkrete Case Studies aus dem Bereich Automobil, Filamentextrusion und Orthopädie wurden gewählt, die den neuen Prozess evaluieren und optimieren sollen.

Auch die ökonomische Seite von FFF in der Industrie wird beleuchtet. Die Frage, ob es finanziell sinnvoll ist, FFF industriell einzusetzen – sowohl aus Marktperspektive (Marktpotenzial) als auch innerbetrieblich (TCO*) – wird hier beantwortet. Dadurch sollen zukünftige Entscheidungen pro/contra industrielles FFF erleichtert werden.

The research focus in the AM4I project is on quality-assured 3D printing processes (fused filament fabrication, FFF) for the production of technical components from high-performance polymers and hybrid parts in the SME environment. The entire process regarding material, printing process and part design is addressed:

Material

FFF is currently mainly used with PLA and ABS plastics as they are easy to process and very suitable for applications in simple products. On an industrial scale, however, it would be desirable to print with high-performance polymers to address high mechanical loads for example. Examples which may be mentioned here are PC-ABS, PPSU/PSU or PEEK. Furthermore, printing with „soft“ plastics from the material class of the thermoplastic elastomers would also be of interest, so hybrid components with hard-soft combinations and synergistic properties could be realized.

Printing process

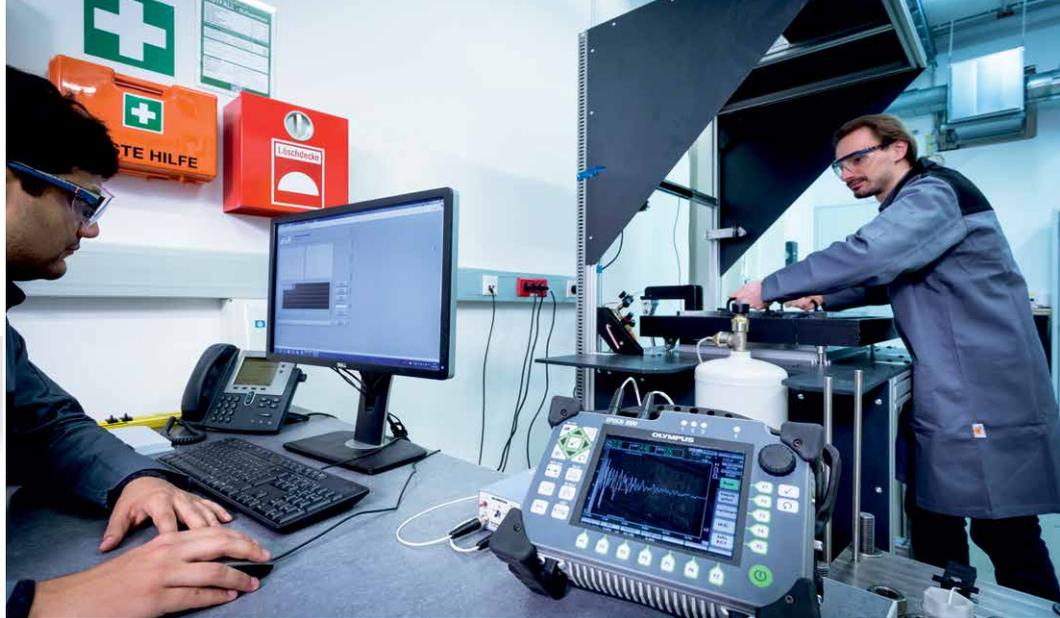
Large-volume FFF (> 100 l) with high-performance polymers and material combinations requires novel designs with regard to the pressure bed, filament feed, pressure chamber, printhead and the exact control by linear motors and linear guidance. The Chair of Polymer Processing developed a prototype with the company HAGE, which partly fulfils the requirements already and a further development based on this prototype is used in the project AM4I (Figure). According to current knowledge, this machine is one of the world's first high-volume printers for all thermoplasts.

Part design

Here, three concrete case studies from the field of automotive, filament extrusion and orthopedics were selected, which are intended to evaluate and optimize the new process.

The economic side of FFF in industry is also illuminated. The question, whether it is financially appropriate to use FFF industrially – both from the market perspective (market potential) as well as within the company (TCO*) – is answered here. Thus, future decisions pro/contra industrial FFF will be facilitated.

*TCO - Total cost of ownership ist ein Abrechnungsverfahren, das Unternehmen helfen soll, direkte und indirekte Kosten für den Drucker abzuschätzen. | TCO is a financial estimation approach to help (infrastructure-) owners determine the direct and indirect costs of the printer.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Thöni Industriebetriebe GmbH, superTEX composites GmbH, Research Center for Non Destructive Testing GmbH
- Förderung: BMVIT/FFG – Intelligente Produktion, Produktion der Zukunft

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Christian Schillfahrt
christian.schillfahrt@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2701



Effiziente Verarbeitung komplexer Hohlkörperprofile mittels Schlauchblas-RTM-Verfahren

Efficient processing of complex shaped tubular structures through bladder-assisted RTM

Die Entwicklung von effizienten Verarbeitungsprozessen ist ein entscheidendes Kriterium für den steigenden industriellen Einsatz von Faserverbundwerkstoffen. Das Schlauchblas-RTM-Verfahren stellt hierbei eine geeignete Fertigungstechnologie zur Herstellung komplexer Hohlkörperprofile wie z. B. lasttragende Rahmenstrukturen und integrale Fluidleitungselemente dar. Eine inhärente Problemstellung bei diesem Verfahren ist das Imprägnierverhalten der trockenen Verstärkungsstruktur, die in den beiden folgenden Förderprojekten zentrale Behandlung findet.

Im Rahmen des abgeschlossenen Forschungsvorhabens „Smart Composite Tube“ (Laufzeit 01/2013–03/2016) wurden elementare Fragestellungen zur Umsetzung einer flexiblen Serienfertigung von gekrümmten Faserverbundrohren durch Einsatz von geflochtenen Faserhalbzeugen und duromeren Tränkharnen untersucht. Neben einer umfassenden Verfahrensoptimierung und der Automatisierung von Teilprozessen beinhaltete dies auch eine grundlegende Analyse der relevanten Verfahrensschritte. Der primäre Fokus lag hier auf der Modellierung des Infiltrationsprozesses, wobei zur Durchführung von experimentellen Untersuchungen ein anwendungsorientierter Versuchsstand entwickelt und am Lehrstuhl implementiert wurde. Dies ermöglichte eine Vorhersage von relevanten Prozesskennwerten wie z. B. Formfüllzeiten oder Laminatdicken als auch eine Optimierung der Injektionsparameter.

Das nachfolgende Forschungsprojekt „NovoTube“ (Laufzeit 04/2016–09/2017) beschäftigt sich mit weiterführenden Fragestellungen zum Infiltrationsprozess, bei denen eine Verringerung von Füllzeiten und eine Erweiterung der verfahrensspezifischen Prozessgrenzen im Vordergrund stehen. Der untersuchte Lösungsansatz beinhaltet dabei eine Reduzierung der Fließweglängen durch Einsatz einer kaskadenartigen Harzinjektionsstrategie. Dies ermöglicht eine effiziente Herstellung von relativ langen Faserverbundprofilen, insbesondere bei Verwendung schnellhärtender oder hochviskoser Matrixmaterialien. Zur Realisierung einer automatisierten Prozesssteuerung und Überwachung ausgewählter Qualitätsparameter wird zudem die Anwendung von Sensoren auf Basis der Nahinfrarot-Spektroskopie evaluiert.

Die Projekte wurden durch die FTI-Initiativen „Intelligente Produktion“ und „Produktion der Zukunft“ des BMVIT gefördert und seitens der FFG betreut.

A decisive criterion to meet the growing demand for composite materials in industrial applications is the development of highly efficient manufacturing processes. Here, bladder-assisted resin transfer molding (BARTM) represents a suitable process technology for the production of complex shaped hollow parts such as load-bearing frame structures or fluid piping elements. An inherent challenge of this processing method is given by the impregnation behavior of the dry reinforcement structure, which is investigated in the following research projects.

In frame of the completed research project “Smart Composite Tube” (01/2013–03/2016), basic aspects for the realization of a flexible series production of curved composite tubes using braided fiber reinforcements and thermoset resins were studied. This included a comprehensive process optimization, automation of sub-processes and, in particular, modeling of the relevant manufacturing steps. Here, a major task was to mathematically describe the saturation process in order to determine the flow behavior of the viscous matrix material inside the reinforcing textile. An application-oriented test rig was developed and implemented at the chair of processing of composites to allow model validation and material characterization. This enabled the prediction of relevant process parameters such as filling times and laminate thicknesses as well as the identification of an optimal injection strategy.

The currently running research project “NovoTube” (04/2016–09/2017) addresses an alternative approach to decrease filling times and to extend process-related limitations in BARTM. A cascade injection procedure is implemented with the aim of considerably reducing flow lengths during preform saturation. This facilitates an efficient production of long composite tubes, in particular if fast-curing or high-viscous resins are used. In order to realize an automated injection process and to monitor specific quality parameters, the utilization of in-line sensors on the basis of near-infrared spectroscopy is evaluated.

The projects received funding from the BMVIT and the Austrian Research Promotion Agency (FFG) in frame of the programs “Intelligent Production” and “Production of the Future”.



KAPITEL 3



LEHRE

ACADEMIC TEACHING

3



Das Studium Kunststofftechnik als Grundlage für die Karriere

The University Studies "Polymer Engineering and Science" as Basis for the Career

Das Studium der Kunststofftechnik an der Montanuniversität Leoben basiert ebenso wie die Forschung, auf dem äußerst 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

The study of Polymer Engineering and Science at the Montanuniversität of Leoben, as well as research, is based on the highly successful 4-column 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

Vom Rohstoff zum fertigen Produkt



Recycling

Dieses Modell ist ein wichtiger Erfolgs- und Differenzierungsfaktor gegenüber anderen Universitäten, an denen die Kunststofftechnik zumeist nur eine Vertiefungsrichtung in bestehenden Studienprogrammen ist. Konsequenterweise spannen wir den Bogen vom Molekül bis hin zum fertigen Bauteil und bilden unsere Studierenden von der Chemie bis hin zum Maschinenbau aus – eine Breite, die kein anderes Studium bietet! Genau diese Breite ist es auch, die sowohl die Studierenden als auch die Industrie schätzen. Den Studierenden gibt es die Möglichkeit sich erst beim Berufseintritt spezialisieren zu müssen. Firmen wissen aus Erfahrung, dass unsere Absolventinnen und Absolventen sehr breit einsetzbar sind. Sie bringen die notwendigen, grundlegenden Kompetenzen mit, um den gesamten Prozess zu verstehen und damit auch breit in den Prozess eingreifen und die Produktion sowie die Produkte optimieren zu können.

Die Basis des Studiums stellen die ingenieurtechnischen Grundlagen wie Chemie, Physik, Mathematik, Mechanik, maschinenbauliche Grundlagen, Elektrotechnik, Informatik, usw. dar. Die fachtechnische Lehre wird ergänzt durch Wirtschafts- und Betriebswissenschaften sowie eine besondere Ausbildung in Englisch, damit die Absolventinnen und Absolventen bestens für die Kontakte zu internationalen Firmen bzw. sogar für internationale Karrieren vorbereitet sind.

Die neben der Breite ebenso wichtige Tiefe erarbeiten sich die Studierenden vor allem im Masterstudium durch die Vertiefung in den 4 Säulen und durch die Spezialisierung in einer der drei Wahlfachgruppen:

- I. Polymerwerkstoffe – Entwicklung und Charakterisierung
- II. Produktionstechnik und Bauteilauslegung
- III. Polymerer Leichtbau

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. 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 as well as the products from different point of views.

The basic technical aspects of the studies are engineering fundamentals like physics, mathematics, mechanics, basic mechanical engineering, electrical engineering, information technology, etc. These technical principles are supplemented by economic sciences and a special training in English to prepare our graduates optimally for the cooperation with international companies and even facilitate international careers.

In addition to the width, the students are particularly involved in the Master's degree in deepening the four pillars and by specializing in one of the three elective groups:

- I. Polymer Materials – Development and Characterization
- II. Production Technology and Component Design
- III. Polymeric Lightweight Construction



Als Universität verfolgen wir das Ziel, Wissen zu generieren und nicht nur zu replizieren, weshalb bei der Fachausbildung die forschungsgeleitete Lehre im Zentrum steht. Die Studierenden schreiben ihre Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten in der Regel im Rahmen von Industrieprojekten und die Erkenntnisse aus der eigenen, aber auch aus der internationalen Forschung fließt in die Vorlesungen ein.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die intensive Zusammenarbeit mit der Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL). Das PCCL als Transferzentrum für akademische Forschung in die Industrie bietet durch zahlreiche Industrieprojekte die Möglichkeit der aktiven Zusammenarbeit von Studierenden mit den Firmen in allen Bereichen. Durch die obligatorische Praxis im Ausmaß von 80 Tagen wird weiter sichergestellt, dass die Absolventinnen und Absolventen bestmöglich für ihre späteren Aufgaben ausgebildet sind.

Die Globalisierung geht selbstverständlich auch nicht spurlos an der Kunststofftechnik Leoben vorbei und wird von uns als große Chance gesehen. Vor allem über das Erasmus-Programm haben die Studierenden die Möglichkeit, relativ einfach für ein Semester oder zum Verfassen einer akademischen Arbeit an eine ausländische Universität zu gehen, bzw. ist es auch für ausländische Studierende einfach nach Leoben zu kommen. Unsere Studierenden zieht es dabei nach z. B. Göteborg, Barcelona oder noch weiter: nach Sydney; die „Incoming Students“ kommen aus Ländern wie Tschechien, Slowenien, Kroatien oder China.

Aber nicht nur die Studierenden, sondern auch die Lehrenden-Mobilität ist wichtig für die internationale Sichtbarkeit. Hier gibt es bereits einen Austausch mit Kroatien und Slowenien; Verträge mit Belgien, China sowie Südkorea stehen vor dem Abschluss. Dieser Austausch ist extrem befruchtend und soll in Zukunft noch stärker werden.

Um den internationalen Austausch noch einfacher und attraktiver zu machen, wird aktuell an einem internationalen Studienprogramm gearbeitet, das – neben dem deutschsprachigen Masterstudium – ein englisches Studium in Kooperation mit ausländischen Universitäten als Ziel hat.

Wir wollen mit unserer Ausbildung sicherstellen, was die Absolventinnen und Absolventen der letzten Jahrzehnte so besonders schätzen: Sie haben mit dem Universitätsstudium der Kunststofftechnik in Leoben die Grundlagen für Berufswegen erworben, die ihnen auch nach vielen Jahren noch immer Freude in ihren Berufen gewährleistet!

As a university, we have to generate knowledge rather than just to replicate it, which is why the research-oriented teaching is at the center of our professional training. Students usually write their bachelor's, master's and doctor's theses in the context of industrial projects, and the findings gained from our own research as well as from international research flow into the lectures.

Another important aspect is the intensive collaboration with the Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL). The PCCL as a transfer center for academic research in industry offers with its numerous industrial projects the possibility of cooperation between students and industry in all areas. The obligatory practice of 80 days also ensures that the graduates are trained as best as possible for their future tasks.

Globalization does, of course, leave its mark on the Kunststofftechnik Leoben and is seen by us as a great opportunity. Above all, through the Erasmus program students have the opportunity to study at a foreign university relatively easily for one semester or to write an academic work there; or it is also easy for foreign students to come to Leoben. Our students are attracted by Gothenburg, Barcelona or even further: Sydney. The „Incoming Students“ come from countries like the Czech Republic, Slovenia, Croatia or China.

Not only the students, but also the teaching mobility is important for international visibility. There is already an exchange with Croatia and Slovenia, and contracts with Belgium, China and South Korea are coming to an end. This exchange is extremely productive and is expected to become even stronger in the future.

In order to make this exchange even easier and more attractive, an international study program is currently underway, which – in addition to the German-language Master's degree – has an English degree in cooperation with foreign universities as the goal.

With our training, we want to ensure what the graduates of the last decades so particularly appreciate: With the university study of Polymer Engineering and Science in Leoben they have obtained the basis for professional paths, which still give them pleasure in their professions even after many years!

Studierendenaustausch des Lehrstuhles für Kunststoffverarbeitung

Exchange of students at the Chair of Polymer Processing

In den letzten zwei Jahren konnten wir einige internationale Studierende aus diversen Programmen und für verschiedene Tätigkeiten bei uns begrüßen. So wurden im Rahmen der Kooperation des Departments und der ECUST (East China University of Science and Technology) zwei Bachelorarbeiten (Jijia Pan, Jia Di) geschrieben. Über IAESTE (International Association for the Exchange of Students for Technical Experience) wurde eine Praktikantin aus Budapest im Sommer 2015 bei uns angestellt und durch das Erasmus+ Programm (EU Programm für den Austausch in den Bereichen Bildung, Jugend und Sport) haben zwei Studierende aus Brno, Tschechien, am Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung während des Semesters sowie einer aus Kroatien in den Ferien in unseren Projekten mitgearbeitet. Ein indischer Student aus Tallinn, Estland, hat im selben Rahmen seine Masterarbeit geschrieben.

Besonders erfreulich war, dass Assoc. Prof. Dr. Damir Godec von der Universität Zagreb, Kroatien, für sein Auslandssemester nach Leoben gezogen ist und hier im Bereich der Additiven Fertigungstechnologie gelehrt und geforscht hat.

In the last two years, we have welcomed several international students from various programs and for various activities. Two Bachelor's theses (Jijia Pan, Jia Di) have been written within the cooperation of the Department of Polymer Engineering and Science with the ECUST (East China University of Science and Technology). An intern from Budapest was employed via the IAESTE (International Association for the Exchange of Students for Technical Experience) in the summer and with the Erasmus+ program (EU program for education, training, youth and sport) two students from Brno, Czech Republic, worked at the Chair of Processing during the semester and one from Croatia during the holidays in our projects. An Indian student from Tallinn, Estonia, has written his master thesis in the same framework.

It was particularly pleasant that Assoc. Prof. Dr. Damir Godec from the University of Zagreb, Croatia, has moved to Leoben for his semester abroad and that he has taught and researched here in the field of additives manufacturing technology.



Adél Sarolta Rácz
IAESTE
01.07.-12.08.2015
Budapest, Hungary



Ivan Raguž
Erasmus+
04.07.-04.09.2016
Slavonski Brod, Croatia



Martin Hanzlik
Erasmus+
01.02.2016-31.08.2016
Brno, Czech



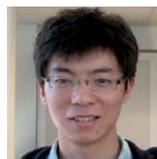
Jijia Pan
Ecust, Bachelorthesis
01.03.-30.06.2016
Shanghai China



Chethan Savandaiah
Erasmus+
01.09.2016-31.01.2017
Masterthesis
01.03.-30.06.2017
Talin, Estland



Radoslav Guran
Erasmus+
07.11.2016-30.06.2017
Brno, Czech



Jia Di
Ecust, Bachelorthesis
01.03.-30.06.2015
Shanghai China



Assoc. Prof. Dr. Damir Godec
Scientific Exchange
01.10.2016-31.03.2017
Zagreb, Croatia

East China University of Science and Technology (ECUST), Shanghai www.ecust.edu.cn

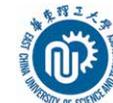
AUF EINEN BLICK

- „national key research university“ mit Spitzenplatzierungen im Ranking der Chinesischen Universitäten nach ESI*
- Ursprünge: NanYang Public School (1896), Université d'Aurora (1903)
- 1952 als erste chinesische Universität mit industriell-chemischer Ausrichtung gegründet
- 15 akademische Schulen sowie vier Colleges, darunter das „Sino-German College of Technology“
- 16.300 Bachelor- und 8.500 Master-Studierende, insgesamt rund 1.000 Professoren

*essential science indicators

Zusammenarbeit mit der East China University of Science and Technology (ECUST)

Cooperation with the East China University of Science and Technology (ECUST)



Seit mehreren Jahren besteht zwischen dem Department Kunststofftechnik und der ECUST (Shanghai) eine Zusammenarbeit bei der Ausbildung von Bachelor-Studierenden: Jährlich kommen ausgewählte Bachelor-Studierende der ECUST zum Verfassen ihrer Bachelorarbeit in englischer Sprache an die Montanuniversität Leoben. Der Aufenthalt in Leoben stellt für sie eine besondere Erfahrung dar, wobei natürlich auf die Erweiterung der fachlichen Kenntnisse der größte Wert gelegt wird. Bei den Visa- und Einreiseformalitäten, der Organisation von Wohnheimplätzen und der Betreuung der int. Studierenden vor Ort hat sich die Kooperation mit dem „Montanuniversität International Relations Office“ – kurz MIRO – hervorragend bewährt.

Zur Zeit wird zwischen MU Leoben und ECUST Shanghai ein gemeinsames „Undergraduate Education Program in Polymer Science and Engineering“ entworfen. Hier sollen ausgewählte Studierende der ECUST (Studienrichtung "Polymer Materials and Engineering") die Möglichkeit erhalten, nach fünf an der ECUST erfolgreich absolvierten Semestern für drei Semester nach Leoben zu kommen, um hier ihre Studien in kunststofftechnischen Fächern fortzusetzen. Dieses in deutscher Sprache durchgeführte Programm soll in den kommenden Jahren zu einem Double-Degree Programm zwischen MU Leoben und ECUST ausgebaut werden.

Since several years the Department in Polymer Engineering and Science (MUL) and the East China University of Science and Technology (ECUST; Shanghai) have been cooperating in the education of undergraduate students. Every year, selected bachelor students of ECUST come to the Montanuniversität to perform their Bachelor Thesis in English language at our department. For the students of ECUST, the study period in Leoben is an important and valuable experience, setting a high value on expanding their technical and scientific skills. Regarding the support of the Chinese students during their stay in Austria, the co-operation with the Montanuniversität International Relations Office – MIRO – has proven exceptionally valuable, also with respect to visa affairs and accommodation in Leoben.

Currently, MU Leoben and ECUST Shanghai develop a joint Undergraduate Education Program in Polymer Science and Engineering. Selected students of the ECUST study program "Polymer Materials and Engineering" will have the possibility to study for three semesters at MU Leoben (after five successfully completed semesters at ECUST) to continue and deepen their education in polymer technology and engineering. It is planned to expand this study program – conducted in German language – to a double-degree program between MU Leoben and ECUST.



- Böhler Edelstahl GmbH & Co KG
- Ernst Wittner GmbH
- Erwin Mach Gummitechnik
- Montanuniversität Leoben

- Polymer Competence Center Leoben GmbH
- Stadt Leoben
- Studienrichtungsververtretung Kunststofftechnik

- Verband Leobener Kunststoff-techniker (VLK)
- Vereinigung Österreichischer Kunststoffverarbeiter (VÖK)

Hauptexkursion ins „Reich der Mitte“ – China 2015 / 2016

Polymer engineering and science field trip to China January 2016

Unsere Hauptexkursion im Studium Kunststofftechnik führt uns üblicherweise zu österreichischen Firmen und Firmen in den Nachbarländern. Für die Hauptexkursion im Studienjahr 2015 / 2016 haben wir uns entschlossen nach China, genauer in die Region Shanghai zu fahren! Damit sollten einerseits die Studierenden einen ersten Einblick in internationale Arbeitswelten bekommen und andererseits war das auch eine Möglichkeit für die besuchten Firmen, ambitionierte Studierende und AbsolventInnen für Auslandsaufenthalte zu gewinnen.

Da die Studierenden größtenteils selbst für die Kosten – die weit über übliche Exkursionskosten hinausgingen – selber tragen mussten, waren wir auf die Unterstützung von Sponsoren angewiesen. Wir wurden von zahlreichen Firmen generös unterstützt (siehe Infobox).

Der Großraum Shanghai ist das industrielle Zentrum von China mit einer enorm pulsierenden Wirtschaft. Viele österreichische Kunststoff-Firmen haben sich deshalb dort angesiedelt, die meisten bereits erfolgreich seit vielen Jahren. Von 23. Jänner bis 8. Februar 2016 waren Professor Clemens Holzer und Doktor Hannelore Mattausch mit 14 Studierenden zu Gast bei den folgenden Firmen:

- | | | |
|---------|-----------------------|-------------------------|
| • Alpla | • Getzner + Wirthwein | • Wittmann Battenfeld |
| • AT&S | • Hirschmann | • Woco |
| • Engel | • Pollmann | • Zotter (Schokoladen!) |

Die Firmen waren von herausragender Gastfreundlichkeit und unterstützten uns in allen Belangen großzügig (Essen, Übernachtung, Transport, ...).

Sehr offen gewährten sie uns einen Einblick in alle Themen, die uns interessierten, wie:

- Bedeutung des Standortes China für Kundinnen und den europäischen Markt
- China aus der Sicht von Expats / Funktionen von Expats in China
- Firmeninterne Kommunikation zwischen EuropäerInnen und ChinesInnen
- Kommunikation Standort Europa und Standort China
- Kulturelle Barrieren im Berufsleben und deren Lösungen
- Recruiting in China
- Standortauswahl in China und Zielmärkte

Zusätzlich konnten wir Dank der Vermittlung von Herrn Doktor Kangte Fang vom „PASCO – Promotion Association for Scientific and Technical Cooperation between Austria and China“ eine Verbindung zur Technischen Universität in Taiyuan aufbauen.

Der spektakuläre Abschluss dieser einmaligen Exkursion war Peking mit den Feiern zum chinesischen Neujahr!

The annual field trip is part of the master program "Polymer Engineering and Science". During this excursion, the students should gain insight in polymer related industry and research facilities. Usually the field trip covers companies in Austria and sometimes in neighboring countries. In January 2016 we – Prof. Dr. Clemens Holzer, Dr. Hannelore Mattausch and 14 students – went to visit Austrian and German polymer processing companies in Shanghai (China). With this field trip we wanted to contribute to the Chinese – Austrian exchange in the field of polymer engineering and science. Furthermore, the cooperation between Chinese and Austrian institutions should be strengthened. Thereby, the students could be more attracted to envisage a career in polymer industry or science in China and could have a simpler entrance to possible employers in China.

Since the students themselves were responsible for the costs, which went far beyond the normal excursion costs, we were dependent on the support of sponsors. We were generously supported by numerous companies (see Infobox).

The Shanghai metropolitan area is the industrial center of China with an enormously pulsating economy. Many Austrian polymer companies have therefore settled there, most of them have already been successful for many years. We had the chance to visit the following companies:

- | | | |
|---------|-----------------------|------------------------|
| • Alpla | • Getzner + Wirthwein | • Wittmann Battenfeld |
| • AT&S | • Hirschmann | • Woco |
| • Engel | • Pollmann | • Zotter (chocolates!) |

The companies were of outstanding friendliness, very hospitable and supported us in all matters generously (food, accommodation, transport, ...). Very openly, they gave us an insight into all the topics that interested us:

- Importance of the location of China for customers and market in Europe
- China from the perspective of expats / functions of expats in China
- Internal communication between Europeans and Chinese people
- Communication between location Europe and location China
- Cultural barriers in professional life and their solutions
- Recruiting in China
- Location selection in China and target markets

In addition, thanks to the help of Dr. Kangte Fang from the „PASCO – Promotion Association for Scientific and Technical Cooperation between Austria and China“, we were able to establish a link to the Taiyuan Technical University.

The spectacular finish of this one-of-a-kind excursion was Beijing with the Chinese New Year celebrations!

Besuchte Firmen:

- | | |
|---------------------------|---|
| • Mubea Carbo Tech GmbH | • EMS Chemie AG |
| • Getzner Werkstoffe GmbH | • ALPLA Werke Alwin Lehner GmbH & Co KG |
| • Hilti | • Julius Blum GmbH |

Hauptexkursion 2016/2017 – „Vorarlberg und Umgebung“

Polymer engineering and science field trip in October 2016

Im Oktober 2016 ging die vom Lehrstuhl für Konstruieren in Kunst- und Verbundstoffen organisierte kunststofftechnische Fachexkursion über Salzburg nach Vorarlberg, Liechtenstein und die Schweiz.

18 Studierende erhielten einen Einblick in die Arbeitsweise und die Karrieremöglichkeiten in den Firmen Mubea Carbo Tech, Getzner Werkstoffe, Hilti, EMS Chemie, Alpla und Blum. Als besonders beeindruckend empfunden wurden die langfristige Ausrichtung der Firmen sowie die Förderung der Entwicklung der Mitarbeiter. Es wurde deutlich, dass Forschung und Entwicklung für die Firmen ein großes Anliegen ist und dass auch bei etablierten Anwendungen wie Dämpfungselementen, Kunststoffflaschen oder Beschlägen immer noch Optimierungspotenzial vorhanden ist. Einen weiteren Programmpunkt stellte der Besuch der SALTEX Messe in Dornbirn dar, wo die Bereiche technische Textilien und Leichtbau präsentiert wurden.

Wir bedanken uns bei den Kunststoffunternehmen für die Gastfreundschaft, freuen uns über das Interesse an unseren Studierenden und hoffen auf eine weiterhin gute Partnerschaft.

In October 2016, the polymer engineering and science excursion organized by the chair for Designing Plastics and Composite Materials went via Salzburg, to Vorarlberg, Liechtenstein and Switzerland.

18 students were given an insight into corporate philosophies and career possibilities within the companies Mubea Carbo Tech, Getzner Werkstoffe, Hilti, EMS Chemie, Alpla and Blum. The students were impressed particularly by the long-term orientation of the companies and the support of career development for their employees. It became clear that research and development is a major concern for the companies visited and that even established applications such as damping elements, plastic bottles or fittings still offer potential for optimization. Another highlight was the visit of the SALTEX trade fair on engineering textiles and lightweight design in Dornbirn.

We thank the companies for their hospitality, appreciate their interest in our students and hope for a good partnership and collaboration in the future.

Hauptexkursion 2015 / 2016 nach China: Auszüge aus dem Reisebericht der Studierenden

Polymer Engineering and Science Field Trip to China January 2016: Excerpts from the students travel report

„Am nächsten Morgen machten wir uns - den Jetlag komplett ignorierend - auf zu unserem ersten Firmenbesuch bei der ENGEL GmbH. Dort bewunderten wir die topmodernen Fertigungsanlagen und hatten die seltene Gelegenheit, Spritzgussmaschinen mit über 1 500 Tonnen Schließkraft zu besichtigen. [...] Für den Nachmittag stand dann ein Besuch bei AT&S an, wo wir von der Größe und Anzahl der Fertigungsanlagen etwas überwältigt wurden.“

„Der nächste Tag führte uns aus Shanghai hinaus zum Automobilzulieferer Pollmann, wo wir interessante Vorträge über viele Themen rund um den Ablauf im Betrieb hören durften. Nach der Rückkehr zum Hotel machten sich die ersten von uns noch auf eine nächtliche Durchwanderung der noch nicht vom Bauboom überrannten zentralen Altstadtviertel der Metropole.“

„Die folgenden zwei Tage führten uns ebenfalls wieder in die Umgebung Shanghais, am Mittwoch zum deutschen Automobilzulieferer Woco, am Donnerstag zu Byrel, einer Tochter des Vorarlberger Elastomerherstellers Getzner und dem deutschen Unternehmen Wirthwein, die in Shanghai Komponenten für den Schienenbau erzeugen.“



„Aufgrund des bevorstehenden chinesischen Neujahrsfestes waren die Fabriken und Kraftwerke in ganz China bereits im Sparbetrieb, weswegen wir die einzigartige Möglichkeit hatten, die Stadt fast ohne Smog zu bewundern.“

„Den Samstag nutzte jeder wieder in kleineren Gruppen dazu, ein paar persönlich interessante Dinge zu besichtigen, und so versammelten wir uns am Sonntag früh zur Abfahrt zur Chinesischen Mauer. Da an diesem Tag bereits die Altjahresfeierlichkeiten begannen, hatten wir diese im Großen und Ganzen für uns, was das Erlebnis dort noch um ein vielfaches beeindruckender machte. Da wir trotz Irrungen einiger, alle wieder wohl versammelt zum in der Tour unbegriffenen Mittagessen (welches wirklich das einzig schlechte der ganzen Reise war) erschienen, markierte der Mauerbesuch den verdienten Abschluss einer Hauptexkursion, die besser hätte nicht verlaufen können.“



„Den Freitag verbrachten wir beim Vorarlberger Automobilzulieferer Hirschmann, und schließlich bereiteten wir uns auf das Wochenende vor. Dazu buchten wir uns wieder Didi [Dietmar Lenko, ehemaliger Mitarbeiter des PCCL], der uns angemessen durch das pulsierende Nachtleben begleitete.“

„Der Montag führte uns [...] zur Firma Wittmann. Dort stand nicht nur ein Unternehmensbesuch auf dem Programm, gemeinsam mit dem CEO der Niederlassung ging es auch noch zu einem nahegelegenen See, dessen Ufer aufgrund der eisigen Temperaturen frei von Menschen war, was für viele eine willkommene Abwechslung zur hinter uns liegenden einwöchigen Reizüberflutung darstellte. Der Dienstag brachte für uns einen etwas verkürzten Besuch bei ALPLA, [...]“

„Die Tage in Taiyuan waren für uns alle ein besonderes Erlebnis und weiteres Highlight der Reise. Wir waren dort auf der technischen Universität eingeladen und wurden von vorne bis hinten umsorgt. Unsere Gastgeber hatten für uns ein durchgehendes Programm organisiert, das gleich am Mittwoch mit einer Führung durch das Universitätsmuseum begann. Danach gab es ein ausgezeichnetes Mittagessen, begleitet von heißer Cola, was nicht jedem sofort zusagte. Am Nachmittag bekamen wir eine Führung durch die Materialwissenschaft der Uni, wo wir die Gelegenheit hatten, mit den Wissenschaftlern dort einige interessante Gespräche zu führen.“



Reisebericht und Fotos von DI Thomas Hutterer, PCCL





© Foto: Freisinger | Armin Russold

AUF EINEN BLICK

Steckbrief: Priv.Doz. DI Dr.techn. Dieter P. Gruber

- 2000: Abschluss Studium der Technischen Physik an der TU Graz
- 2001/2002: Dissertation am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg im Breisgau
- seit 2003: Tätigkeit am PCCL

- 2015 Habilitation, Zuordnung zum Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe
- Träger zahlreicher Forschungspreise (2014 Österreicher des Jahres | Kategorie Forschung)
- zahlreiche Patente und Publikationen

Habilitation von Priv.Doz. DI Dr.techn. Dieter P. Gruber

Habilitation of Priv.Doz. DI Dr.techn. Dieter P. Gruber

Privatdozent Dieter P. Gruber schloss das Studium der Technischen Physik am Institut für Theoretische Physik an der Technischen Universität Graz im Jahr 2000 ab. Seine Dissertation führte ihn in den Jahren 2001/2002 an das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg im Breisgau, wo er mathematische Modelle für die Simulation des Licht-Reflexions- und Absorptionsverhaltens von strukturierten Materialien für polymerelektronische Anwendungen entwickelte.

Seit Oktober 2003 ist Privatdozent Dieter P. Gruber am Polymer Competence Center Leoben (PCCL) tätig. Ab 2015 baute er die Arbeitsbereiche „Vermessung der Topografie von Kunststoffoberflächen“, „Robot Vision und Qualitätsinspektion von Freiformbauteilen“ und „Charakterisierung von haptischen Kunststoffoberflächen“ auf. Ein wichtiger forscherscher Schwerpunkt ist dabei der Einsatz von neuronalen Netzen und Machine Learning / Deep Learning für die wahrnehmungsnahe Qualitätsinspektion von Bauteiloberflächen. Unter seiner Federführung sind neue Roboter-Augen für die Inspektion von Produkt- und Werkstoffoberflächen entstanden, die durch eine äußerst hohe Übereinstimmung mit der menschlichen Wahrnehmung gekennzeichnet sind und die auch bei großen Freiformbauteilen von mehr als 1 000 mm Länge einsetzbar sind. Die Entwicklungen wurden in 12 Patenten gesichert und in zahlreichen Publikationen veröffentlicht.

Im Jahr 2015 hat sich Privatdozent Dieter P. Gruber an der Montanuniversität Leoben zum Privatdozenten für Werkstoffphysik habilitiert. Dieter P. Gruber ist Träger zahlreicher Forschungspreise, darunter des Magna ACS Innovation Awards und des Houska-Preises. Im Jahr 2014 wurde Dieter P. Gruber zum Österreicher des Jahres in der Kategorie Forschung gewählt.

Priv.Doiz. DI Dr.techn. Dieter P. Gruber studied Theoretical Physics and Materials Physics at the Technical University Graz. In the years 2001/2002 Dieter P. Gruber went to the Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE) in Freiburg, Germany, where he developed new mathematical models for the simulation of the optical and electrodynamic behavior of opto-electronic polymer multilayer devices.

Priv.Doiz. DI Dr.techn. Dieter P. Gruber started research work at the Polymer Competence Center Leoben (PCCL) in 2003. He established and chairs working groups at the PCCL with the research focus on "Polymer Surface Topography", "Machine Vision by Machine Learning/Deep for 3D-Surface Inspection" and "Polymer Touch-Feel Characterization". A main research focus is on the development of neural networks and deep learning for 3D-freeform surface inspection. His machine vision is usable for the inspection of large freeform parts (length > 1 000 mm) and it stands out by very good correlation with human vision. He is author of 12 patents and numerous publications.

In 2015, Priv.Doiz. DI Dr.techn. Dieter P. Gruber habilitated to "Privatdozent" for Material Physics at the Montanuniversität Leoben. Dieter P. Gruber awarded several prizes, e.g. the prestigious Houska-Award and the Magna ACS Innovation Award. He was Austria's Scientist of the year 2014.



AUF EINEN BLICK

Steckbrief: Assoz.Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Thomas Lucyshyn

- Studium der Kunststofftechnik an der Montanuniversität
- 2009: Abschluss Doktoratsstudium
- seit 2010: Arbeitsgruppenleiter „Spritzgießen“
- 2016: Habilitation
- 16 peer reviewed Publikationen
- drei Patente
- zahlreiche Konferenzbeiträge
- Gutachtertätigkeit

Habilitation von Assoz.Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Thomas Lucyshyn

Habilitation of Assoz.Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Thomas Lucyshyn

Am 7. Juli 2016 schloss Thomas Lucyshyn mit einem hervorragenden Vortrag über „The Mold in the Focus of Research for Improved Quality of Injection Molded Parts“ sein Habilitationsverfahren zur Erlangung der Venia Docendi auf dem Fachgebiet „Kunststoffverarbeitung“ ab.

Den Nachweis seiner wissenschaftlichen Befähigung erbrachte er u. a. durch seine 16 peer reviewed Veröffentlichungen, zahlreiche Konferenzbeiträge, drei Patente und seine Gutachtertätigkeit für angesehene internationale Zeitschriften. Seine Habilitationsschrift wurde von den beiden renommierten internationalen Experten und den internen Gutachtern äußerst positiv beurteilt.

Ebenso souverän erbrachte Lucyshyn den Nachweis über seine pädagogische und didaktische Eignung. Seit 2001 unterrichtet er leidenschaftlich und mit großem Enthusiasmus in acht Lehrveranstaltungen (u. a. „Grundlagen der Kunststoffverarbeitung“ und „Spritzgießsimulation“) an der Montanuniversität, stets mit besten Evaluierungsergebnissen. 2013 wurde er auf der Shortlist der Montanuniversität Leoben für den österreichischen Staatspreis für exzellente Lehre an öffentlichen Universitäten, Ars Docendi, geführt. Er betreute bisher 44 akademische Arbeiten, unterrichtete als Gastprofessor für ein halbes Jahr in Slovenj Gradec, Slowenien, und drei Wochen als Gastdozent in Abu Dhabi.

Thomas Lucyshyn studierte Kunststofftechnik an der Montanuniversität Leoben, arbeitet seit 2000 am Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung und schloss sein Doktoratsstudium 2009 ab. Er ist ein international anerkannter und geschätzter Experte für Spritzgießen und leitet die Arbeitsgruppe Spritzgießen seit 2010. Er ist eine zentrale Stütze des Lehrstuhles für Kunststoffverarbeitung. Besonders hervorzuheben ist seine jahrelange Erfahrung auf dem Gebiet der Spritzgießsimulation; nicht nur bei internationalen Tagungen ist er ein gefragter Vortragender, sondern auch bei Fachseminaren der großen Softwarehersteller.

Ein US-amerikanischer Gutachter beschrieb Lucyshyns Werdegang wie folgt:
I must say, Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Thomas Lucyshyn is well underway of becoming a leading figure in the world in the field of polymer engineering and certainly in the field of polymer processing.

Thomas Lucyshyn finished his habilitation process for gaining the venia docendi in the field of “Polymer Processing” on July, 7th, 2016, with an excellent presentation about „The Mold in the Focus of Research for Improved Quality of Injection Molded Parts“.

He easily proved his ability for scientific research amongst others with his 16 peer reviewed publications, 3 patents, numerous contributions to international conferences and his engagement as reviewer for worldwide recognized journals. His habilitation thesis was evaluated very positively by both of the international experts and the internal reviewers.

His educational and didactical abilities were verified just as convincing. Since 2001 he is an ambitious and passionate teacher at the Montanuniversität Leoben. He is teaching in eight courses (e.g. “Fundamentals of Polymer Processing”, “Injection Moulding Simulation”) and is always evaluated optimally by the students. In 2013 he even reached the shortlist of the MUL for the Austrian National Prize for Excellent Teaching at Universities, the Ars Docendi! So far he supervised 44 theses, he taught as a visiting professor for half a year in Slovenj Gradec, Slovenia, and as a visiting lecturer for three weeks in Abu Dhabi.

Thomas Lucyshyn studied “Polymer Engineering and Science” at the MUL and finished his PhD in 2009. He is a dedicated member of the Chair of Polymer Processing since the year 2000 and as a well-recognised expert in the field of injection moulding he is head of the “Injection Moulding Technology Group” since 2010. An outstanding highlight is his enormous experience in the field of simulation of the injection moulding process. This makes him not only a sought-after speaker at international conferences, but also at seminars of the simulation software producers for the users.

Concluding with a quote of an US-american reviewer:
I must say, Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Thomas Lucyshyn is well underway of becoming a leading figure in the world in the field of polymer engineering and certainly in the field of polymer processing.



2015

- Bachelor Thesis: 16
- Master's Theses: 15
- Dissertations: 14
- Habilitationen 1

2016

- Bachelor Thesis: 15
- Master's Theses: 7
- Dissertations: 16
- Habilitationen 1

AUF EINEN BLICK

Abschlussarbeiten

Theses

Dissertationen | Dissertations 2015

Florian Josef Arbeiter

Evaluation of long-term properties of polymeric pipe grade materials using fatigue tests and fracture mechanics

Markus Gottfried Battisti

Spritzgießcompoundieren von Polymer-Nanocomposites auf Basis von Schichtsilikaten

Katharina Bruckmoser

Potentials and Limitations of Vibrational Spectroscopy for the Characterisation of Polymers

Julia Brunbauer

Fatigue of continuously fibre reinforced composites - Engineering approaches to fatigue-life prediction

Michael Andreas Fasching

Robust Processing in Rubber Injection Molding Using Advanced Simulation Methods and Material Data

Harald Grössing

Contributing to the Optimization of the Preform LCM Process Chain: Permeability of Reinforcing Textiles

Marian Janko

Optimization of the injection molding technology for profiled high-performance thermoplastic sealing elements

Gilbert Knapp

Characterization and optimization of polymer membranes for acoustic applications

Marlene Knauz

Influence of polymeric encapsulation materials on quality and reliability of PV modules

Hannelore Isabella Mattausch

Development of halogen-free flame retardant polypropylene compounds for pipe application

Florian Hermann Mostegel

Exploring thiol-based chemistry for photopolymerizable inkjet inks and for advanced surface functionalization

Gernot Alois Pacher

Einfluss variothermer Werkzeugtemperierung auf die Oberflächengüte von Kunststoffbauteilen

Simone Viola Radl

Schaltbare intelligente Polymere für Selbstheilungs- und Recyclingstrategien

Meinhart Roth

Low Migration Photoinitiators for Thiolene and Water Based Systems

Tobias Struklec

Demolding of micro-structured surfaces in the injection molding process

Dissertationen | Dissertations 2016

Katrin Berger

Untersuchung und Optimierung der Barriereigenschaften von Polyolefinen gegen die Permeation von kurzkettigen Kohlenwasserstoffen

Dietmar Haba

Toughening of epoxy with WS2 nanoparticles

Spyridon Konstantopoulos

Development and implementation of sensing applications for fiber reinforced polymeric composites

Rebecca Melanie Kramer

Polyvinylalkohol und Poly(vinylalkohol-co-vinylamin) als Barrierematerialien zur Optimierung der Permeationseigenschaften von Polymerverbunden

Alexander Maier

Optimisation of the winding process by minimizing the critical failure potential during fibre roving delivery

Andreas Oesterreicher

Thiol-yne Derived Resins for 3D Printing of Biocompatible Structures

Rainer Puchleitner

X-ray Curing of Organic Bonded High Temperature Resistant Ceramics



Master's Theses 2015

Isabelle Jacqueline Berger

Einfluss der Faserarchitektur auf die mechanischen Eigenschaften und die Schadstoleranz von Geflechtlaminaten

Regina Deisl

Eruieren geeigneter Charakterisierungsmethoden zur Bestimmung des Gleitmittel-Rückhaltevermögens von PTFE während der Pastenextrusion

Doris Darya Fleischmann

Irreversible and reversible crosslinking of carboxylated acrylonitrile butadiene rubber

Patrick Hergan

Konstruktive Auslegung und Umsetzung eines 3D Permeameters

Margarita Kaufmann

Restlebenszeitmodellierung von Polyethylen-Rohren auf Basis des Arrhenius-Konzepts

Marco Moser

Konsolidierung thermoplastischer Verbundwerkstoffe – Phänomene, Modellvorstellungen und Vorhersagefähigkeit

Martin Rescher

Entwicklung eines Programmes zur Temperaturkorrektur der Scherviskosität und Ermittlung der Dehnviskosität von polymeren Werkstoffen

Markus Schmidt

Entwicklung funktioneller Polymerblends mit maßgeschneiderten Barriereigenschaften

Manuel Schwab

Eigenspannungsanalyse und Schädigungsverhalten von verstärkten Polypropylen-Rohrwerkstoffen

Martin Spörk

Investigations on the flame retardant and crosslinking properties of polypropylene compounds grafted with nitrogen and phosphorus containing monomers

Hermann Steiner

Kompaktierungsverhalten kontinuierlicher Faserbündel

Barbara Strohmayer

Analysis on factors affecting the demolding of micro-structured devices in the injection molding process

Florian Thallinger

Neuentwicklung eines Tauchcomputers mit berührungssensitivem Display

Florian Wagner

Characterisation of Chemical Ageing Processes in Encapsulant Materials Used in PV Modules

Master's Theses 2016

Eva Christina Bles

Untersuchung der mechanischen Rezyklierbarkeit von technischen Biokunststoffen

Dominik Brandstetter

Charakterisierung eines im RTM-Prozess hergestellten CFK-Metall-Leichtbauwerkstoffes

Silvia Brunbauer

Design and development of a testing machine for compressive creep tests on polymers at elevated temperatures

Martin Erhart

Erhöhung der Bindehaftfestigkeit von Spritzgießbauteilen mit Hilfe eines In-Mould-Aktuatorik Werkzeuge

Ferdinand Gerstbauer

Herstellung und Charakterisierung von Verbundwerkstoffen aus thermoplastischen Biopolymeren und pflanzlichen Kurzfasern

Georg Graninger

Untersuchung des Temperatur- und Strömungsverhaltens beim Kautschukspritzgießen mithilfe eines neu entwickelten Schneckenprüfstands

Marita Halb

Influence of the Processing conditions on morphology and fracture mechanical properties of unfilled polyoxymethylene (POM)

Thomas Hutterer

Controlled morphology evolution of PLA via rapid heat cycle molding

Alexander Klutz

Polybutylensuccinat als potentieller Substitutionswerkstoff für Polypropylen und Polybuten

Peter Mooslechner

Auswirkung der Materialeigenschaften von ungefüllter und holzgefüllter Biopolymere für die Anwendung von Fused Filament Fabrication

Birgit Payr

Compoundierung von Filamenten für medizinische FFF-Anwendungen

René Rieser

Damage mechanics of composites under fatigue loads

Gerald Schoefer

Entwicklung und konstruktive Umsetzung serientauglicher Werkzeuglösungen für die In-situ-Polymerisation von Caprolactam zur Herstellung faserverstärkter Thermoplastbauteile

Sebastian Stieger

Verbesserung von Wärmeleitfähigkeit und mechanischer Eigenschaften von HDPE durch mikro- und nanoskalige Füllstoffe

Lukas Windischbauer

Optimierte Entformung mikrostrukturierter Spritzgussbauteile durch Werkzeugbeschichtungen

Julia Winter

Coupling of functionalised PTHF to amine-modified silica particles via azo-Michael reaction



KAPITEL 4



KOOPERATIONEN

COOPERATIONS

4



Kunststofftechnik Leoben - der Kooperationspartner Department of Polymer Engineering and Science - the cooperation partner

Kooperationen im Bereich von Forschung und Entwicklung, aber auch im Sinne eines Austausches von Studierenden, sind für die Lehrstühle des Departments Kunststofftechnik unerlässlich, um an der Spitze mithalten zu können und gleichzeitig in der Fachwelt präsent zu sein.

Die Zusammenarbeit erfolgt einerseits zwischen den Lehrstühlen selbst, wobei durch die Nutzung von Expertenwissen am jeweiligen Lehrstuhl ein vorteilhafter synergistischer Effekt für Forschungsprojekte gewonnen werden kann. Hier bewährt sich die gemeinsame Unterbringung der Lehrstühle in einem Gebäude, was sowohl die Kommunikationswege verkürzt als auch die operative Zusammenarbeit erleichtert.

Die Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Partnerinstituten im In- und Ausland ist eine weitere tragende Säule der Aktivitäten im Department Kunststofftechnik. 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 inländischen universitären Partnern (z. B. Institute der TU Graz und der TU Wien) und außeruniversitären Forschungsinstitutionen (z. B. PCCL, Joanneum Research, AIT und ofi) einen hohen Stellenwert.

In der Kunststofftechnik wird – ihrer Bestimmung entsprechend – intensiv mit Firmenpartnern kooperiert. Diese Zusammenarbeit erfolgt häufig 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. Im Department Kunststofftechnik werden zurzeit zwei Christian-Doppler-Laboratorien (CDL) betrieben, sowie eine Vielzahl von Kooperationsprojekten, die von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) gefördert werden. Hinzu kommen zahlreiche bilaterale Kooperationen zwischen den Lehrstühlen und Firmenpartnern, sowie Auftragsuntersuchungen für Firmen, Branchenverbände und öffentliche Institutionen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Kooperationsfreudigkeit der Lehrstühle einen wesentlichen Erfolgsfaktor der Leobener Kunststofftechnik darstellt, und für die Sichtbarkeit auf nationaler und internationaler Ebene essenziell ist.

Co-operations in science and technology, but also the exchange of students, are essential for the chairs of the Department of Polymer Engineering and Science in order to achieve outstanding performance and to keep a strong position in the community of polymer scientists and engineers.

With the successful cooperation between the chairs of the department, individual expertise and skills can be combined to create valuable synergistic effects – in other words, an added value can be obtained. In this regard, the relocation of all six chairs in one building has proven beneficial in terms of direct communication channels and operational cooperation.

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.

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. Two Christian Doppler laboratories (CDL) are currently in operation at the Department and numerous cooperative projects (e.g. funded by the FFG – Austrian Research Promotion Agency) are being conducted in various scientific-technical disciplines. This research is complemented by various bilateral R&D projects together with partner companies, in the scope of contractual research for companies, with industrial federations and public institutions.

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.



AUF EINEN BLICK

- Außeruniversitäres Forschungszentrum (100 MA)
- Kunststofftechnik und Polymerwissenschaften
- Internationale Partner aus Wissenschaft & Wirtschaft

Ansprechpartner:
Mag. Martin Payer, MBA
office@pccl.at
+43 3842 42962 0



Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL)

Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL)



Zu den wichtigsten außeruniversitären Kooperationspartnern des Departments Kunststofftechnik zählt die Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL). Als vorwettbewerbliche, wirtschaftsnahe Forschungsgesellschaft verfolgt das PCCL mit seinen rund 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern das Ziel, zur stetigen Weiterentwicklung und Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse auf dem Gebiet der Kunststofftechnik und der Polymerwissenschaften beizutragen.

Durch Forschungsprojekte gemeinsam mit Partnerunternehmen und wissenschaftlichen Partnern wird der Wissenstransfer in die Wirtschaft sowie die Forschungskompetenz der beteiligten Unternehmen erhöht und dadurch ein Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit geleistet.

Von besonderer Bedeutung für PCCL war 2016 die Genehmigung des Antrages für die nächste COMET-K1 Förderperiode 2017-2020 durch die FFG. Damit ist 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 umfasst 27 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 insgesamt 18 wissenschaftlichen Partnern und 48 Firmenpartnern steht 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.

Ein weiterer Meilenstein für PCCL war die Genehmigung des K-Projektes PolyTherm (2017-2020), das dem erfolgreich abgeschlossenen K-Projekt PolyComp (2013-2016) nachfolgt. PolyTherm (Polymer Composites for Thermally Demanding Applications) wird sich der anwendungsorientierten Forschung im Bereich der Funktionspolymere und Multi-Material-Strukturen für Mikroelektronik und Elektrotechnik widmen, wobei neuartige Werkstoffe, Modellierungs- und Simulationsmodelle sowie alternative Herstellungstechnologien im Zentrum der fünf Forschungsprojekte stehen. Im Konsortium von PolyTherm sind - neben PCCL als Konsortialführer - sechs Firmenpartner sowie wissenschaftliche Partner von fünf Universitäten beteiligt.

The Polymer Competence Center Leoben (PCCL) is one of the most important non-university research partner of the Department. PCCL is a pre-competitive, business allied research company, performing scientific and applied research in selected fields of polymer engineering and science.

PCCL with its 100 employees aims at the generation of know-how on both a fundamental and an application oriented level and conducts research projects together with scientific and company partners. By these means, the research competence of the participating partners is increased. The transfer of know-how to industry also strengthens the competitiveness of the company partners.

In 2016, the positive evaluation of PCCL's application for the follow-up COMET-K1 funding period (2017-2020) by the Austrian Research Promotion Agency (FFG) has been of particular importance. The positive decision of FFG provides a long-term perspective for PCCL (after successful midterm evaluation also extending to 2024) which ensures that PCCL and its partners can continue their successful research activities. The COMET-K1 program of PCCL comprises 27 projects which are grouped in three Areas (Functional and Reactive Polymers; Polymer Processing and Automated Inspection; Performance & Reliability of Polymers and their Composites). The annual budget of PCCL-K1 amounts to 5.6 Mio. €. With 18 Scientific Partners and 48 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 funding period 2017+ are (amongst others): focussing on emerging research fields, increasing the internationality of research, and strengthening of strategic research.

Another cornerstone in the successful development of PCCL was the approval of the K-Project PolyTherm (runtime 2017-2020), which will succeed the K-Project PolyTherm (2013-2016). PolyTherm ("Polymer Composites for Thermally Demanding Applications") comprises five individual projects. The focus is set on application oriented research on functional polymers and multi-material structures in micro-electronics and electrical engineering and will establish new materials, up-to-date modeling and simulation tools, as well as alternative processing techniques. Besides PCCL as consortium leader, six Company Partners and Scientific Partners from five universities participate in PolyTherm.



AUF EINEN BLICK

Schwerpunkte:

- Werkstoff
- Bauteil
- Vom Werkstoff zum Bauteil
- Hilfestellung bei Forschungsanträgen

Ansprechpartner:

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



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
- Charakterisierung
- Entwicklung
- 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

Hilfestellung bei Forschungsanträgen

- 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
- Characterization
- Development
- Modelling

Components

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

From the material to the 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 with applications for research projects

- National and international research proposals



Kooperationspartner (Auswahl)

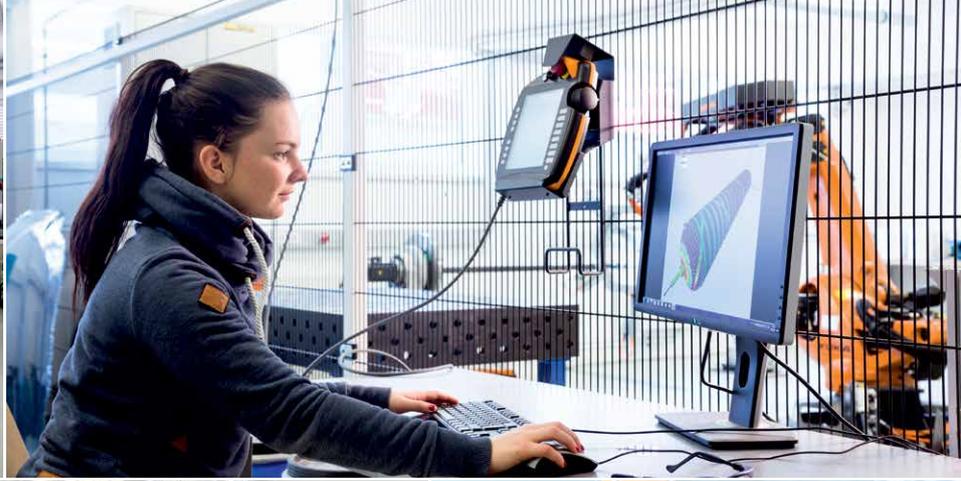
Cooperation partners (selection)

Wissenschaftlich/science (national):

- AC2T Research GmbH (AT)
- AIT Austrian Institute of Technology GmbH (AT) Leichtmetall Kompetenzzentrum Ranshofen
- Akademie der Wissenschaften, Erich Schmidt Institut für Materialwissenschaften (AT)
- FH Oberösterreich (AT) Campus Wels
- Joanneum Research Materials (Weiz)
- Johannes Kepler Universität Linz (AT)
- Kompetenzzentrum für Holzverbundwerkstoffe und Holzchemie – Wood Kplus (AT)
- Medizinische Universität Graz
- Montanuniversität Leoben (AT)
 - Lehrstuhl für Allgemeinen Maschinenbau
 - Lehrstuhl für Umformtechnik
 - Institut für Physik
- OFI (AT)
- Polymer Competence Center Leoben GmbH (AT)
- Technische Universität Graz (AT)
 - Institut für Anorganische Chemie
 - Institut für Chemische Technologie von Materialien
- Technische Universität Wien (AT)
 - Institut für Leichtbau und Struktur-Biomechanik
 - Institut für Angewandte Synthesechemie

Wissenschaft/science (international)

- Academy of Sciences Brno (CZ) Institute of Physics of Materials
- Academy of Sciences Brno (CZ) Institute of Physics of Materials
- AJOU University Suwon (KR)
- Chalmers University of Technology (SE) Department of Applied Mechanics
- East China University of Science and Technology (ECUST)
- Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (CH) Composite Construction Laboratory
- Eidgenössische Material und Prüfanstalt – EMPA (CH) Laboratory for Mechanical Systems Engineering
- Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (PT) Instituto de Engenharia Mecânica (PR)
- Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, IFAM Bremen (D)
- Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme, IKTS Dresden (D)
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (D)
- Imperial College London (GB) Department of Mechanical Engineering
- Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (D)
- NASA Langley Research Center (US)
- National Technical University of Athens (GR)
- Paul Scherrer Institut, Villigen (CH) Labor für Mikro- und Nanotechnologie
- Polymer Technology College (SLO)
- Polytechnische Universität Bukarest (RO)
- Politecnico di Milano (IT) Dipartimento di Chimica
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (D)
- Technische Universität München (DE) Lehrstuhl Carbon Composites
- TECOS Slovenian Tool and Die Development Center Celje (SI)
- The French Institute for Transports IFSTAR (FR)
- The University of Sheffield (UK)
- Tomas Bata University of Zlin (CZ)
- Universidad Rey Juan Carlos (E) Departamento de Tecnología Mecánica
- Università degli Studi di Salerno (IT)
- Universität Halle (D)
- Universität Maribor (SLO)
- Universität Paderborn (D)
- Universität Stuttgart (D)
- University of Akron (USA), Department of Polymer Engineering
- University of Bradford (GB), Research Centre in Polymer Science & Technology
- University of Cranfield (GB)
- University of Delaware (USA) Center of Composite Materials
- University of Twente (NL)
- University of Zagreb (HR) Chair of Polymer Processing



Kooperationspartner (Auswahl)

Cooperation partners (selection)

Industrie/industry (national)

- ALPEX Technologies GmbH (AT)
- AT&S AG (AT)
- Benteler SGL Composite Technology GmbH (AT)
- BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG (AT)
- bto-epoxy GmbH (AT)
- Cubicure GmbH (AT)
- Dietzel GmbH (AT)
- Durst Phototechnik AG (AT)
- ECON GmbH (AT)
- ENGEL AUSTRIA GmbH (AT)
- Erwin Mach Gummitechnik GmbH (AT)
- Exel Composites GmbH (AT)
- FACC AG (AT)
- FACC Operations GmbH (AT)
- Gabriel-Chemie Gesellschaft m.b.H. (AT)
- Getzner Werkstoffe GmbH (AT)
- Hage Sondermaschinenbau GmbH & CoKG (AT)
- IB Steiner Ingenieurbüro für Kunststofftechnik (AT)
- Julius Blum GmbH (AT)
- Langzauner GmbH (AT)
- Lithoz GmbH (AT)
- MAGNA POWERTRAIN Engineering Center Steyr GmbH & CoKG (AT)
- MAHLE Filtersysteme Austria GmbH (AT)
- MAPLAN GmbH (A)
- NGR Next Generation Recyclingmaschinen GmbH (AT)
- ÖBB AG (AT)
- PKT Präzisionskunststofftechnik Bürtlmair Ges.m.b.H (AT)
- Poloplast GmbH & Co KG (AT)
- Radius-Kelit Infrastructure GesmbH (AT)
- RHI AG, Technologiezentrum Leoben (AT)
- Rosendahl Nextrom GmbH (AT)
- Secop Austria GmbH (AT)
- Semperit Technische Produkte Gesellschaft m.b.H. (AT)
- SKF Sealing Solutions Austria GmbH (AT)
- Sony DADC Austria AG (AT)
- Steinbacher Dämmstoff GmbH (AT)
- superTEX composites GmbH (AT)
- Thermoplastkreislauf GmbH (AT)
- Thöni Industriebetriebe GmbH (AT)
- voestalpine Schienen GmbH (AT)
- voestalpine Stahl GmbH (AT)
- Wittmann Battenfeld GmbH (AT)

Industrie/industry (international)

- AFPT GmbH - Advanced Fibre Placement Technology BV (DE)
- ARBURG GmbH + Co KG (DE)
- CAS - Computerunterstützte Automatisierungssysteme GmbH & Co. KG (DE)
- Evonik Industries AG (DE)
- Leistritz Extrusionstechnik GmbH (DE)
- NetComposites Ltd (GB)
- Schmid Rhyner AG (CH)
- simcon kunststofftechnische Software GmbH (DE)
- Volkswagen AG (DE)
- VTS GmbH Kunststoffe (DE)
- Woco Industrietechnik GmbH (DE)



KAPITEL 5



EHRUNGEN & PREISE

HONORS & AWARDS

5



Rektor Univ. Professor Dr. techn. Dr. h. c. Wilfried Eichlseder mit Professor em. Dr.-Ing. Dr. mont. h. c. Georg Menges
© Foto Freisinger / Armin Russold

Professor Menges im Kreis Leobener und Aachener Kollegen
© Foto Freisinger

Steckbrief: Prof. em. Dr.-Ing. Georg Menges

* 19. Dezember 1923

- 1949-1955: Studium des Maschinenbaus an der TH Stuttgart
- 1965: Berufung zum Lehrstuhlleiter für Kunststoffverarbeitung an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) in Aachen
- 1989: Emeritierung
- Auszeichnungen: Aufnahme in die Plastics Hall of Fame, Life Achievement Award, Ehrendoktorwürde der Montanuniversität Leoben

AUF EINEN BLICK

Ehrendoktorwürde der Montanuniversität Leoben für Professor Georg Menges

Honorary doctorate of Montanuniversität Leoben for Professor Menges

Die Montanuniversität Leoben zeichnete Prof. em. Dr.-Ing. Georg Menges, den früheren Leiter des Instituts für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen, in der festlichen Akademischen Feier am 18. März 2016 in Leoben mit der Ehrendoktorwürde aus.

Professor Menges, der in Fachkreisen der Kunststofftechnik als einer der großen europäischen Pioniere der Kunststoffverarbeitung gilt, wurde 1965 auf den Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung an die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule RWTH Aachen berufen und leitete das im Jahr 1950 gegründete Institut für 22 Jahre bis Dezember 1987. Seine Beziehungen zur Montanuniversität Leoben er entwickelte er bereits im Jahre 1968: Neben dem Auslandsösterreicher Professor Hermann F. Mark, dem Begründer der nordamerikanischen Polymerwissenschaften, war Professor Georg Menges in den Jahren 1968 und 1969 der zweite ranghohe internationale Berater des Professorenkollegiums der damaligen „Montanistischen Hochschule Leoben“ und grundlegend an den Vorbereitungen und dem Aufbau der Studienrichtung Kunststofftechnik beteiligt. Professor Menges förderte in vielfältiger Weise die junge Studienrichtung in Leoben, nicht nur während der Aufbauphase, sondern auch durch kontinuierlichen Wissensaustausch über Gastvortragende und durch gegenseitige Tagungsbesuche.

Für seine wissenschaftlichen Leistungen wurden Professor Menges zahlreiche Ehrungen namhafter Verbände und Institutionen im In- und Ausland (Australien, China, Großbritannien, Japan, Österreich, USA) verliehen. Als einer der ersten Nicht-US-Amerikaner wurde er 2006 für sein Lebenswerk in die 1972 gegründete Plastics Hall of Fame aufgenommen, was als die höchste Auszeichnung gilt, die in der Kunststoffindustrie vergeben wird. 1985 wurde Professor Menges in Wien mit der höchsten polymerwissenschaftlichen Auszeichnung Österreichs, der „H.F. Mark-Medaille“ für seine wissenschaftlichen Leistungen im Bereich der Kunststoffverarbeitung ausgezeichnet.

The Montanuniversität of Leoben awarded Prof. em. Dr.-Ing. Georg Menges the honorary doctorate at the academic ceremony on March the 18th 2016. Professor Menges was the former head of the Institute for Plastics Processing (IKV) in Industry and Crafts at the RWTH Aachen.

Professor Menges, who is regarded as one of the great European pioneers of plastics processing, was appointed to the chair for plastics processing at the RWTH Aachen in 1965 and headed the institute, which was founded in 1950, for 22 years until December 1987.

At the beginning of 1968 he developed his relations to the Montanuniversität Leoben: In Addition to Professor Hermann F. Mark, founder of the North American Polymer Sciences, Professor Menges was the second high-ranking international consultant to the professors' councils at the „Montanistischen Hochschule Leoben“ in the years of 1968 and 1969. He was involved in the preparations and the establishment of the new study program Polymer Engineering and Science. Professor Menges promoted the young field of study in Leoben in many ways, not only during the development phase, but also through a continuous exchange of knowledge through guest lecturers and mutual meetings.

For his scientific achievements, Professor Menges was awarded numerous honors by well-known associations and institutions in Germany and abroad (Australia, China, Great Britain, Japan, Austria, USA). As one of the first non-US-Americans, he was admitted to the Plastics Hall of Fame, founded in 1972, known as the highest award given in the plastics industry. In 1985 Professor Menges was awarded the highest polymer science award in Austria, the „H.F. Mark-Medal“ for his scientific achievements in the field of plastic processing.



AUF EINEN BLICK

H.F. Mark Medaille

- erstmals verliehen im Jahr 1975
- für besondere Verdienste im Bereich Kunststoff- und Polymertechnik

H.F. Mark Medaille

- first awarded in 1975
- for special merit in the area Plastic and polymer technology

Verleihung der H.F. Mark Medaille an Professor Walter Friesenbichler

H.F. Mark Medal awarded to Professor Walter Friesenbichler

Alljährlich findet im Herbst in Wien zu Ehren des österreichisch-amerikanischen Chemikers Professor Hermann Franz Mark (1895–1992) die Verleihung der H.F. Mark Medaillen statt. Diese werden vom Österreichischen Forschungsinstitut für Chemie und Technik (OFI) an Persönlichkeiten mit besonderen Verdiensten im Bereich der Kunststoff- und Polymertechnik vergeben.

Am 13. Oktober 2016 wurde Univ.-Prof. Dr. Walter Friesenbichler, Lehrstuhl für Spritzgießen von Kunststoffen an der Montanuniversität Leoben, im feierlichen Rahmen des Oratoriums der Österreichischen Nationalbibliothek mit der H.F. Mark Medaille für seine besonderen Verdienste im Bereich der Polymerwissenschaft und für seinen Einsatz für die akademische Ausbildung in der Kunststofftechnik ausgezeichnet. In der sehr persönlich gehaltenen Würdigung ging Laudator Professor Wolfgang Kern auf die spezifischen Leistungen von Professor Friesenbichler als international anerkannter Experte der Kunststoffverarbeitung mit besonderen Schwerpunkten in der angewandten Rheologie, dem Spritzgießen, der Spritzgießsimulation und der Elastomerverarbeitung ein. Ebenso wurde das besondere Engagement von Professor Walter Friesenbichler für den Ausbau der Kunststofftechnik an der Montanuniversität Leoben gewürdigt.

Professor Friesenbichler ist nach Professor Werner Knappe †, Professor Klaus Lederer † und Professor Günter Langecker der vierte H.F. Mark Medaillenträger von der Montanuniversität.

Der österreichisch-US-amerikanische Chemiker Hermann Franz Mark (1895 in Wien; † 1992 in Texas) gilt als ein wesentlicher Begründer der modernen Polymerwissenschaft. In den 1930er Jahren legte er als Professor für Physikalische Chemie an der Universität Wien mit der Entwicklung eines neuen Lehrplans einen wesentlichen Grundstein für Ausbildungs- und Forschungsaktivitäten im Bereich der Polymerchemie. 1944 begründete Mark das Institute of Polymer Research am Polytechnic Institute in Brooklyn – die erste Forschungseinrichtung in den USA, die sich ausschließlich der Polymerforschung widmete.*

Every year in autumn the H.F. Mark Medal awarding ceremony takes place in Vienna. In honour of Professor Hermann Franz Mark (1895–1992) this distinction is awarded by the OFI (Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik) to personalities who have outstanding merits in the field of polymer technology.

On October 13th, 2016, the H.F. Mark Medal was awarded to Professor Walter Friesenbichler (Chair in Injection Moulding of Polymers, Montanuniversität Leoben) in recognition of his contributions to the advancement of polymer science and his continuous commitment to the academic education in the field of polymer engineering and technology. In his honorary speech, Professor Wolfgang Kern highlighted the particular achievements of Professor Friesenbichler as internationally renowned expert in the field of polymer processing. Especially the scientific contributions of Professor Friesenbichler to the fields of applied rheology, injection moulding, simulation of injection moulding as well as elastomer processing were emphasized during the ceremony. Moreover, the commendable role of Professor Friesenbichler in the successful development of the study field Polymer Engineering and Science at the Montanuniversität Leoben was recognized.

Following Professor Werner Knappe †, Professor Klaus Lederer † and Professor Günter Langecker, Professor Walter Friesenbichler is the fourth H.F. Mark Medal winner from the Montanuniversität Leoben.

The Austrian – US American chemist Hermann Franz Mark (1895 in Vienna; † 1992 in Texas) is one of the pioneers of modern polymer science. During the nineteen-thirties he was Professor of Physical Chemistry at the University of Vienna, and paved the way towards education and research in polymer science in Austria. In 1944, Professor H.F. Mark founded the Institute of Polymer Research at the Polytechnic Institute in Brooklyn – the first institution which exclusively dealt with polymer research.*

- SchülerInnen-Praktika in Technik & Naturwissenschaft
- 20 Praktikumsberichte werden jährlich ausgezeichnet

- Internships for students in technology & natural sciences
- 20 reports of internships are awarded annually

Praktikantin der Kunststofftechnik Leoben gewinnt FFG-Preis

Trainee of Kunststofftechnik Leoben wins FFG Prize

Österreich ist reich an jungen Talenten. Sie sind die Zukunft von Wissenschaft und Forschung. Unter dem Motto „Talente entdecken, fördern, entwickeln“ macht sich das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) bereits seit Jahren für diese jungen Nachwuchsforscherinnen und Nachwuchsforscher stark. Tausende Schülerinnen und Schüler aus ganz Österreich lassen sich diese Gelegenheit nicht entgehen und sammeln Jahr für Jahr in den Sommermonaten wertvolle Erfahrungen in Technik und Naturwissenschaft.

Viele der Praktikanten reichen einen Bericht über ihr vierwöchiges Praktikum ein, die 20 besten unter ihnen werden dafür jährlich prämiert. Am 23. April 2015 wurde Lisa Gärnter, Praktikantin am Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung im Jahr 2014, in feierlichem Rahmen mit dem begehrten Preis ausgezeichnet.

Austria is rich in young talents. They are the future of science and research. Under the motto „discover, promote and develop talents“ the Austrian Ministry for Transport, Innovation and Technology (BMVIT) supports these young researchers since many years by enabling internships in technology and natural sciences companies and universities. Thousands of pupils from all over Austria take advantage of the opportunity every year and gather experience in technology and natural science during the summer months.

Many of them submit a report on their four-week internship, the best 20 among them are awarded annually. On 23 April 2015, Lisa Gärnter, an intern at the Chair of Polymer Processing, was awarded the coveted prize in a festive atmosphere.



„Für mich hat sich dieses Praktikum eindeutig gelohnt, da ich zahllose Erfahrungen gemacht und mir ein nützliches Fachwissen über verschiedenste Eigenschaften von Kunststoffen angeeignet habe. Durch dieses Praktikum bin ich mir nun sicher, meine Karriere im Bereich der Naturwissenschaften und der Technik weiterzuführen,“ so die begeisterte Nachwuchsforscherin.

„For me, this internship has definitely paid off as I have had numerous experiences and gained a useful knowledge about various properties of polymers. Through this internship, I am now sure to continue my career in the field of natural sciences and technology,“ said the enthusiastic young researcher.

AUF EINEN BLICK

Mit dem TU-Frauenpreis wurden 2015 erstmals Absolventinnen ausgezeichnet, die Projekte mit besonderer gesellschaftlicher, wirtschaftlicher und/oder wissenschaftlicher Relevanz verwirklicht haben.

In 2015, the TU Women's Prize was awarded for the first time to female graduates who have implemented projects with particular social, economic and / or scientific relevance.

Wider die Klischees – 2. TU-Frauenpreis an Professor Clara Schuecker

Against the stereotypes – 2nd TU-Frauenpreis awarded to professor Clara Schuecker

Die Technische Universität Wien zeichnete 2015 erstmals Absolventinnen aus, die durch ihr technisch-naturwissenschaftliches Studium und ihre berufliche Laufbahn Schülerinnen und Studentinnen als Inspiration für die eigene Karriereplanung dienen.

Der 2. Frauenpreis wurde am 3. März 2016 an Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Clara Schuecker verliehen, sie wurde damit als herausragende Expertin in ihrem Fachgebiet gewürdigt. Professor Schuecker hat sich bereits vor ihrer Berufung an die Montanuniversität Leoben in der wissenschaftlichen Forschung am NASA Langley Research Center und an der TU Wien ebenso wie im wirtschaftlichen Umfeld als Unternehmerin bewährt.

In 2015 the Vienna University of Technology awarded for the first time female graduates whose studies and career in technical and natural sciences serve as an inspiration to high-school and university students for their own career planning.

The 2nd TU-Frauenpreis in 2016 was awarded to Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Clara Schuecker, acknowledging her as an outstanding expert in her field. Prior to her appointment to Montanuniversität Leoben Professor Schuecker has already proven her skills in scientific research at the NASA Langley Research Center and at the Vienna University of Technology as well as in the economic environment as a business owner.

Weitere Informationen & Impressionen finden Sie auf www.tuwien.ac.at
Further information & impressions can be found at www.tuwien.ac.at



v.l.n.r.: Vizerektorin Anna Steiger, TU-Frauenpreisträgerin Prof. Clara Schuecker, Rektorin Sabine Seidler
© TU Wien | Matthias Heisler



© TU Wien | Matthias Heisler

Energy Globe Styria Award 2016 für „Rec2TecPart“

Award-winning concept „Rec2TecPart“

Ein am Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung neu entwickelter Recyclingprozess wurde im April 2016 mit dem Energy Globe Styria Award (Kategorie „Forschung“) ausgezeichnet.

Im Projekt „Rec2TecPart“ wird Kunststoffabfall Wertstoff und Werkstoff zugleich, indem daraus maßgeschneidertes Ausgangsmaterial für technisch anspruchsvolle Anwendungen hergestellt wird. Das bedeutet hohe Ressourceneffizienz (20 % Ersparnis bei Rohstoffkosten) und geringere CO₂-Emissionen (mind. 25 %). Dies geschieht mit einem durchgehenden Prozess vom Sammelsystem über den Kunststoffrecycler bis zum Kunststoffverarbeiter. Eine Anwendung des Rec2TecPart-Prozesses Richtung großindustrielles Upcycling, z. B. in der Automobilindustrie, ist denkbar.

In April 2016, the Chair of Polymer Processing at the Montanuniversität Leoben was awarded the Energy Globe Styria Award (category „research“) for the development of a cost-efficient process for the production of high-quality functional components made of polymer recyclates. Rec2TecPart can reduce CO₂ emissions by at least 25 % and save 20 % of raw material costs compared to the use of virgin material. This is done with a continuous process from the collection system through the plastic recycler to the polymer processor. An application of the Rec2TecPart process towards large industrial upcycling, for example in the automotive industry, is conceivable.

Weitere Informationen auf: | further information at: www.energyglobe.at



v.l.n.r.: Christian Purrer (Vorstandssprecher Energie Steiermark AG), Clemens Holzer (Leiter Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung), Matthias Katschnig (Projektleiter), Christian Brendinger (Projektmitarbeiter) und Christian Wind (GF Thermoplastkreislauf GmbH) © Werner Krug

Das erfolgreiche Projektkonsortium the successful project consortium:

- Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung (Konsortialführung)
- MBA Polymers Austria Kunststoffverarbeitung GmbH
- NGR-Next Generation Recyclingmaschine GmbH
- Thermoplastkreislauf GmbH
- TCKT-Transfercenter für Kunststofftechnik GmbH
- Andrea Ecker EckerRec
- Bodo Möller Chemie GmbH
- DI Monika Renate Daucher Consulting
- Gabriel-Chemie GmbH
- Kunststoff-Cluster

Europäischer Innovationspreis EARTO 2016 an PCCL und Semperit

European innovation award EARTO 2016 goes to PCCL and Semperit

Die Firma Semperit und die Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL) wurden am 12. Oktober 2016 in Brüssel für die Entwicklung des weltweit ersten anti-allergenen Operationshandschuhs Sempermed® Syntegra UV mit dem europäischen Innovationspreis EARTO 2016 ausgezeichnet.

Mit einer innovativen Produktionstechnologie, einzigartigen Produkteigenschaften und dem energie-effizienten Herstellungsprozess setzten sich die Entwicklungspartner gegen insgesamt 35 Mitbewerber durch. Alleinstellungsmerkmal dieses Produktes ist, dass der Operationshandschuh aus dem Naturlatex-ähnlichen Material Polyisopren durch UV-Licht vernetzt wird und dabei keine potentiell allergieauslösenden Beschleuniger-Chemikalien eingesetzt werden.

On October 12th, 2016, Semperit and the Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL) received the European innovation award EARTO 2016 in Brussels for the development of Sempermed® Syntegra UV, the first anti-allergenic surgical glove worldwide.

With innovative production technology, unique product characteristics and an energy-efficient manufacturing process, both development partners prevailed against a total of 35 competitors. A unique feature of this product is that the surgical glove - which is made from polyisoprene, a material similar to natural latex - is cured using UV light instead of potentially allergenic chemical accelerators.

Weitere Informationen & Impression auf: | further information & impressions at: www.earto.eu



Dr. Sandra Schlögl (PCCL), Dr. Simone Radl (PCCL) © PCCL



Prof. Wolfgang Kern (MUL / PCCL), Mag. Gerda Hinterreiter (UAR), Mag. Martin Payer (PCCL), Muriel Attané (EARTO), Dr. Sandra Schlögl (PCCL), Dr. Simone Radl (PCCL), Dr. Raimund Schaller (Semperit), Dr. Armin Holzner (Semperit) © BLAIRON THOMAS

Der Living Standards Award wird seit 2015 von Austrian Standards an Unternehmen verliehen, die benötigte Standards vorbildlich nutzen und sich an der Erstellung von neuen Standards beteiligen.

The Living Standards Award has been awarded by Austrian Standards since 2015 to companies who exemplary use standards and participate in the preparation of new standards.

AUF EINEN BLICK

CRB-Methode mit Living Standards Award 2016 ausgezeichnet

CRB-method received Living Standards Award 2016

In Zusammenarbeit mit dem Polymer Competence Center Leoben (PCCL) entwickelte der Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe (WPK) eine neuartige Prüfmethode: Der sogenannte zyklische CRB-Test ermöglicht erstmals eine moderne, zuverlässige und rasche Überprüfung der Lebensdauer des in Gas- und Wasserrohren verwendeten Kunststoffes Polyethylen.

Für die Bemühungen, dieses Prüfverfahren als internationale ISO-Norm zu etablieren, wurde das Team WPK/PCCL nun mit dem Living Standards Award ausgezeichnet.

In cooperation with the Polymer Competence Center Leoben, the Chair of Materials Science and Testing of Polymers developed a novel test method: the so-called cyclic CRB test enables for the first time a modern, reliable and rapid inspection of the life of the polyethylene used in gas and water pipes.

The WPK / PCCL team has now been awarded the Living Standards Award for efforts to establish this test method as an International ISO standard.

Weitere Informationen zur Methode in diesem Bericht auf Seite 27.
For more information on the method, see this report on page 27.



v.l.n.r.: Mag. Martin Payer, Prof. Gerald Pinter, Dr. Andreas Frank

Mit dem science2business Award werden jährlich exzellente Forschungskooperationen von Wirtschaft und Wissenschaft prämiert. Der Fast Forward Award, der wichtigste steirische Forschungspreis, wird jährlich für innovativste Projekte in Wirtschaft, Forschung & Entwicklung vergeben.

The science2business Award honors excellent research collaborations from industry and science. The Fast Forward Award, the most important Styrian research price, is awarded for the most innovative projects in business, research and development.

AUF EINEN BLICK

„iPrint“ 2016 mit science2business Award und Fast Forward Award ausgezeichnet

„iPrint“ in 2016 awarded with science2business Award and Fast Forward Award

Auf Patienten speziell zugeschnittene, kostengünstige Lösungen für Implantate gewinnen immer größere Bedeutung in der Medizintechnik. Dabei können additive Fertigungsverfahren („3D-Druck“) durch ihre geometrische und materialtechnische Flexibilität einen wichtigen Beitrag leisten.

In dem mehrfach ausgezeichneten Projekt „iPrint“ wird am Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung in Kooperation mit der Medizinischen Universität Graz und dem Sondermaschinenbauer Hage an einem additiven Fertigungsverfahren für patientenspezifische Kranialimplantate geforscht. Bei iPrint wird das Implantat direkt während der Operation auf einem 3D-Drucker „ausgedruckt“, wodurch eine zweite Operation vermieden werden kann. Dies bedeutet für den Patienten eine schnellere Wundheilung und weniger Schmerzen sowie geringere Kosten für das Gesundheitssystem.

science2business Award

Der Fokus der science2business Jury liegt in erster Linie auf der Art und Weise, wie die Kooperation organisiert ist und erst in zweiter Linie geht es um das Projekt selbst und die Ergebnisse, die daraus gewonnen wurden. Die besten Kooperationen können dabei insgesamt 12.000 € gewinnen. Sowohl der Publikumspreis, der 2016 erstmals vergeben wurde, als auch der Preis der Jury wurden dem Projekt „iPrint“ zugesprochen.

Fast Forward Award

Der Fast Forward Award gilt mittlerweile als einer der wichtigsten Bundesländerinnovationspreise Österreichs. Der Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung an der Montanuniversität Leoben wurde gemeinsam mit der Medizinischen Universität Graz und dem Sondermaschinenbauer Hage für das Projekt „iPrint“ in der Kategorie „Institutionen und Forschungseinrichtungen“ ausgezeichnet.

Specialized, cost-effective solutions for implants are becoming increasingly important in medical technology. In this context, additive manufacturing can make an important contribution through their geometrical and material-technical flexibility.

The project „iPrint“, which has already received several awards and is carried out by the Chair of Polymer Processing in cooperation with the Medical University Graz and the company Hage, is involved in the development of an additive manufacturing process (“3D printing”) of patient-specific cranial implants. In iPrint, the implant is printed directly on the 3D printer during the surgery. The benefits of this method are patient-tailored implants, faster wound healing, less pain for the patient and lower costs for the health system, since only one operation is necessary.

science2business Award

The science2business Award is primarily about the way in which the cooperation is organized, secondly, the project itself and the results from it. For the first time this year also a public prize was awarded. A total of 12,000 € are awarded to the best cooperation of business and science. Both the public prize and the jury's prize were awarded to the project „iPrint“.

Fast Forward Award

The Fast Forward Award is seen as one of the most important federal awards for innovation in Austria. The Chair of Polymer Processing at the Montanuniversität Leoben was awarded the Fast Forward Award 2016 in the category „Institutions and Research Facilities“ together with the Medical University Graz and the company Hage.

Weitere Informationen auf: | further information at: www.life-science.eu & www.sfg.at



Prof. Ute Schäfer (Projektleiterin MUG)
© A. Rauchenberger / life-science-success



Verleihung science2business Award
v.l.n.r.: Dr. Gerd Von Campe (MUG), Ulrike Zefferer (MUG), DDI Matthias Katschnig (MUL), Prof. Ute Schäfer (Projektleiterin MUG) Bernd Haar (MUL)
© A. Rauchenberger / life-science-success



Verleihung Fast Forward Award
v.l.n.r.: DDI Matthias Katschnig (Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung, MUL) und Prof. Clemens Holzer (Leiter des Lehrstuhls Kunststoffverarbeitung, MUL)



KAPITEL 5



VERANSTALTUNGEN

EVENTS

6



- 24. Leobener Kunststoff-Kolloquium
- Festkolloquium anlässlich des 75. Geburtstages von em.Univ.-Prof. Dr.-Ing. Günter Rüdiger Langecker
- 24th polymer colloquium in Leoben
- Honorary Colloquium on the occasion of the 75th birthday of em.Univ.-Prof. Dr.-Ing. Günter Rüdiger Langecker

AUF EINEN BLICK

Festkolloquium zu Ehren von Herrn em.Univ.-Prof. Dr.-Ing. Günter R. Langecker

Honorary Colloquium for em.Univ.-Prof. Dr.-Ing. Günter R. Langecker

Das 24. Leobener Kunststoff-Kolloquium am 26. November 2015 zu Ehren von Herrn em.Univ.-Prof. Dr.-Ing. Günter R. Langecker stand ganz im Zeichen der Kunststoffverarbeitung.

Prof. Langecker war Ordinarius des Lehrstuhles für Kunststoffverarbeitung von 1989 bis 2006 und in diesen 17 Jahren hat er sich intensiv um die grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung im Bereich der Kunststoffverarbeitung sowie um eine zeitgemäße akademische Lehre bemüht. Er legte besonderen Wert auf „nicht-rostendes“ Grundlagenwissen. Im Speziellen war ihm das Verständnis der Erhaltungssätze und deren dreidimensionale Behandlung ein großes Anliegen, ebenso wie die Zusammenarbeit mit Industrie und Wirtschaft.

Das Festkolloquium wurde vom Rektor der Montanuniversität Leoben Herrn Univ.-Prof. Wilfried Eichlseder und dem Ehrensena-tor der Montanuniversität Leoben Herrn Prof. Ernst Pöcksteiner eröffnet. In ihren Ansprachen hoben sie die Verdienste von Herrn Professor Langecker um die Kunststofftechnik und die österreichische Kunststoffindustrie hervor.

Doktoren, die bei Prof. Langecker promovierten, präsentierten aktuelle Beiträge aus Wissenschaft und Industrie, die sich mit allen Facetten der Kunststoffverarbeitung beschäftigten. Dabei wurde ein spannender Einblick in die Bereiche Extrusion, Spritzguss, Compoundieren und Simulation und auf die vielfältigen Karrieren der Promovierten geboten. Am Abend fand das Festkolloquium mit einem festlichen Galadinner einen würdigen Abschluss.

The 24th Leobener Kunststoff Kolloquium on the 26th November 2015 in honor of eem.Univ.-Prof. Dr.-Ing. Günter R. Langecker the focus was very much on the polymer processing.

Professor Langecker was head of the Chair of Polymer Processing from 1989 to 2006 and during these 17 years he has been working intensively on basic and application-oriented research in the field of polymer processing as well as on a contemporary academic teaching. He placed special emphasis on "non-rusting" basic knowledge. In particular, the understanding of the law of conservation and its three-dimensional treatment was of great importance to him, as was the cooperation with industry and the economy.

The honorary colloquium was opened by the Rector of the Montanuniversitaet Leoben Univ.-Prof. Wilfried Eichlseder and the Ehrensena-tor of the Montanuniversitaet Leoben Professor Ernst Pöcksteiner. In their speeches they highlighted the merits of Professor Langecker for polymer engineering and science and the Austrian polymer industry.

Doctoral graduates, who were promoted by Professor Langecker, presented the latest contributions from science and industry, dealing with all facets of polymer processing. This gave an exciting insight into the areas of extrusion, injection molding, compound-ing and simulation, as well as the diverse careers of his former PhD-students. In the evening the honorary colloquium met with a festive banquet a worthy conclusion.



AUF EINEN BLICK

- 25. Leobener Kunststoff-Kolloquium
- „Marktplatz der Innovationen“
- 220 Gäste aus dem deutschsprachigen Raum
- 24th polymer colloquium in Leoben
- "Marketplace of innovations"
- 220 guests from the German-speaking area

Vom Werkstoff zum Produkt – 25. Leobener Kunststoff-Kolloquium

From material to product – 25. Leobener Kunststoff-Kolloquium

Kunststoff hat als Evolutionsbeschleuniger die Welt nachhaltig verändert. Daher trafen sich bereits zum 25. Mal die wichtigsten Vertreter der Kunststoffcommunity zum jährlichen Kunststoff-Kolloquium in Leoben. Die mehr als 220 Gäste aus dem deutschsprachigen Raum nutzten diesen „Marktplatz der Innovationen“, um über die zukünftigen Entwicklungen im Bereich der Kunststofftechnologie zu diskutieren.

Im Zentrum des 25. Leobener Kunststoff-Kolloquiums standen innovative Bauteile aus Kunststoff, wie zum Beispiel Schädelimplantate, die in der Medizintechnik eingesetzt werden. Dabei wurde der gesamte Bereich der kunststoffgerechten Bauteilentwicklung – vom Werkstoff zum Produkt – betrachtet. Den verschiedenen Arten des Recyclings wurde dabei große Bedeutung eingeräumt, da der ressourcenschonende Umgang mit dem Werkstoff Kunststoff die Weltgemeinschaft in naher Zukunft vor große Herausforderungen stellen wird.

Neben Beiträgen renommierter Wissenschaftler, konnten auch Fachexperten internationaler Unternehmen, wie beispielsweise Sony, Volkswagen oder Semperit für Fachvorträge gewonnen werden. Das vordergründige Ziel des Kolloquiums war es aber, die Vielfalt und Leistungsfähigkeit des Departement Kunststofftechnik in Leoben zu präsentieren.

Polymers have considerably contributed to the development of modern world. Therefore the most important representatives of the Austrian polymer community met in Leoben already for the 25th time for the yearly Leoben Polymer Colloquium. More than 220 participants from the German speaking world took advantage of this "Market Place of Innovation" in order to discuss about future development in Polymer Engineering and Science.

In the spotlight of the "25. Leobener Kunststoff-Kolloquium" were innovative polymer components, like head implants in medical applications. Overall, the whole chain of polymer specific component development – from the material to the final product – was covered. Especially, also the various ways of recycling was highlighted in a special session of the colloquium as the sustainable usage of polymers is one of the key-challenges of our society.

In addition to talks of renowned scientists experts from international companies like Sony, Volkswagen and Semperit gave presentations. The focus of the event, however, was to present the diversity and performance of polymer engineering and science in Leoben.



AUF EINEN BLICK

- Über 400 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus 32 Nationen
- Mehr als 300 Vorträge zu Themen wie Leichtbau und Recycling
- 136 peer-reviewed papers publiziert in einem Konferenzband
- Over 400 participants from 32 nations
- More than 300 oral presentations on topics such as light construction and recycling
- 136 peer-reviewed papers published in a conference report

Polymer Processing Society PPS Conference 2015 erstmalig in Österreich

Regional Conference Graz 2015 Polymer Processing Society PPS

Dem Departement für Kunststofftechnik der Montanuniversität Leoben und der Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL) und ist es gelungen, die renommierte Konferenz der Polymer Processing Society (PPS) erstmalig nach Österreich zu holen.

Die Polymer Processing Society wurde im März 1985 an der Universität von Akron, Ohio, USA gegründet. Der Hintergrund war, eine Plattform zur Präsentation von Forschung und Entwicklung im Rahmen der Polymerwissenschaften zu bieten. Das Ziel der Polymer Processing Society ist die Pflege von wissenschaftlichem Verständnis und technischer Innovation durch das Bereitstellen eines Forums für die weltweite Gemeinschaft der Ingenieurinnen und Ingenieure sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in diesem Gebiet. Die Themen umfassen dabei alle Prozesse, die bei polymeren Systemen angewandt werden, um sie zu synthetisieren, charakterisieren und von ihrer monomeren Form zu kommerziellen Produkten umzuwandeln.

Von 21. bis 25. September 2015 veranstalteten das PCCL und der Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung unter der Leitung von Prof. Clemens Holzer die PPS2015 im Messecongress Graz. Mehr als 400 Vertreterinnen und Vertreter der weltweit führenden Forschungsinstitute sowie namhafter internationaler Unternehmen im Bereich der Kunststofftechnik und Polymerwissenschaften aus 32 Nationen nutzten diese Branchenplattform für Fachvorträge und Diskussionen.

In mehr als 300 Vorträgen wurden aktuelle Herausforderungen wie Leichtbau und Recycling und Verwendungsmöglichkeiten von Kunststoffen in der Medizin und der Pharmazie genauso behandelt wie Beiträge zu Kunststoffen für den 3-Druck, vernetzte Produktion oder die Nanotechnologie. Kein Wunder, dass diese Konferenz auch von der Kunststoffwirtschaft rege als Plattform zum Austausch über künftige Produkt- und Prozessentwicklung genutzt wurde.

Damit war diese Regionale Conference die bis jetzt erfolgreichste in der Geschichte der Polymer Processing Society! 136 ausgewählte und peer-reviewed papers wurden via AIP publishing in einem Konferenzband publiziert.

This extraordinary conference took place in Austria for the first time and covered all aspects of polymer engineering and science reaching from material science over process engineering to product development concerning all top-research topics such as recent advances in nanotechnology as well as functional and smart materials. The Chair of Polymer Processing and the Polymer Competence Center Leoben (PCCL) organized this conference from September 21 to 25 at Messecongress Graz and it was attended by members of academia and industry alike, from numerous representatives of the international polymer processing industry to PhD and postdoctoral researchers just as well as distinguished heads of university institutes and departments.

The Polymer Processing Society was founded in March 1985 at the University of Akron, Ohio, USA. The intent was to provide a platform for presentation of research and development in the international polymer processing community. The goals of the Polymer Processing Society are to foster scientific understanding and technical innovation in polymer processing by providing a discussion forum for the worldwide community of engineers and scientists in the field. The thematic range encompasses all formulation, conversion and shaping operations applied to polymeric systems in the transformation from their monomeric forms to commercial products.

This Regional Conference was so far the most successful with more than 400 participants from 32 countries. It took place in a very creative and attentive atmosphere with great presentations and vivid discussions. In 7 parallel sessions scientists and representatives from industry used the conference as a platform to discuss future developments in fields like nanocomposites, foams, textiles, additive manufacturing or materials for medicine. We got an excellent feedback from the participants, who also enjoyed the Austrian hospitality and the beautiful city of Graz.

We are happy and proud that 136 full papers out of the more than 300 oral presentations of the Conference were published after a reviewing process by AIP publishing. We hope that the proceedings will be a source for further fruitful discussion and scientific work!



AUF EINEN BLICK

- Sonderausstellung für zwei Monate
- Zahlreiche Besucher
- Eigener Raum zum Thema Kunststoff

- Interessante Ausstellungsstücke
- 39 Firmen unterstützen die Kunststofftechnik mit Geld- und Sachspenden

„Rohstoffe sind Zukunft“ - Ausstellung in Kunsthalle Leoben

„Raw materials are a future“ – exhibition in Kunsthalle Leoben

Von 31. März bis 31. Mai 2016 lud die Montanuniversität Leoben zur erfolgreichen Ausstellung „Rohstoffe sind Zukunft“ in der Kunsthalle Leoben, um die Bedeutung von Rohstoffen aufzuzeigen.

Thematisiert wurde der komplette Rohstoffkreislauf: beginnend bei der Suche nach und der Gewinnung von primären Rohstoffen, über deren Aufbereitung und Weiterverarbeitung zu vielfältig einsetzbaren Werkstoffen bis hin zu den Reststoffen, die wieder zu sekundären Rohstoffen werden. In der Ausstellung wurde die Thematik durch tolle Exponate und viele Versuchsstationen anschaulich gemacht, bei denen Erwachsene wie Kinder in die Welt der primären und sekundären Rohstoffe eintauchen konnten. Für Kinder erschien zudem die kostenlose Begleitbroschüre „Welchen Weg dein Handy geht“. Im Ausstellungsbereich der Kunststoffe wurde insbesondere der „Cradle to Cradle“-Gedanke aufgegriffen und die vielfältigen Möglichkeiten des Recyclings in anschaulicher Weise gezeigt. Natürlich konnten die vielen Besucher auch über faszinierende Bauteile und Anwendungen aus Kunststoff staunen.

Als übergeordnete Ziele sollte die Schau den bedeutenden Beitrag der Grundstoffindustrie als stabiles Fundament für den Erhalt des Wohlstandes unserer Gesellschaft aufzeigen und das Verständnis für sowie die Neugier auf die Herausforderungen der österreichischen Grundstoffindustrie stärken. Durch die anschaulichen Beispiele wurden Schüler jeden Alters zudem auf die vielfältigen beruflichen Betätigungsfelder in der Grundstoffindustrie aufmerksam gemacht.

From March 31 to May 31 the Montanuniversität presented a successful exhibition to the significance of raw materials. The whole value chain was shown, from the exploration and mining of primary raw materials to the processing to versatile useable materials and products to the recycling to secondary raw materials. In the exhibition the topic was illustrated with impressive samples and young and old could dive into the fascinating world of materials in interactive experiments. In addition, for children a free booklet to one of the leading topics of the exhibition "Which way your handy goes" was offered.

In the exhibition space of Polymer Engineering and Science specifically the "Cradle to Cradle" philosophy was put into the centre of interest and the various possibilities of recycling were demonstrated. Of course, the visitors also were astonished by fascinating plastics components and applications.

Sehr positiv fielen die Rückmeldungen der Besucher zur Ausstellung „Rohstoffe sind Zukunft“ bereits im Frühjahr 2014 aus:

In der Leobener Kunsthalle präsentiert die Leobener Montanuniversität mineralische und nichtmineralische Rohstoffe und zeigt die Gewinnung, Aufbereitung und Verwertung dieser für unsere heutige Existenz lebenswichtigen Stoffe. In mehreren Räumen werden die einzelnen Arbeitsgänge verständlich und leicht fassbar dargestellt, Leihgaben aus der Industrie verdeutlichen die Arbeitsgänge. Für die Besucher ist es sehr hilfreich, dass in den einzelnen Räumen der Rohstoffausstellung Studenten und Studentinnen die Vorgänge erklären und auf Anfragen Auskunft bis in die letzten Details geben können. Ich gratuliere den Veranstaltern zu dieser gelungenen Technikdemonstration, die hoffentlich junge Menschen neugierig auf Technik machen wird.

Horst-S. Walter - Leserbrief in „Die Presse“ vom 26.4.2014, S. 32

Zukünftig Körperteile während einer Operation genau auf den Patienten maßgeschneidert 3-D-drucken, das ist eine unglaubliche Idee.

Leobener Krankenschwester

- Knapp 40 durchgeführte Schulwerbeveranstaltungen
- Über 550 Schülerinnen und Schüler zu Besuch
- 1 800 Besucher bei der "Langen Nacht der Forschung"
- 175 Jahre Montanuniversität Leoben

- About 40 infos days for prospective students and school visits
- More than 550 students visited the Department
- 1 800 visitors at "Long night of research"
- Montanuniversitaet Leoben celebrated 175th anniversary

Diverse Veranstaltungen (Auswahl)

Various events (selection)

Lange Nacht der Forschung | Long night of research

Nach dem großen Erfolg im Jahr 2014, lockte die "Lange Nacht der Forschung" auch im Frühjahr 2016 wieder zahlreiche Besucher nach Leoben. Bei freiem Eintritt ließen sich rund 1800 Forschungs-Interessierte jeden Alters am 22. April 2016 auch vom spannenden Programm am Department Kunststofftechnik Leoben begeistern.

Die "Lange Nacht der Forschung" ist das größte österreichische Forschungsevent, bei dem Forscherinnen und Forscher ihre Leistungen einer breiten Öffentlichkeit präsentieren.

After the great success in 2014, the "Long Night of Research" attracted on April the 22th 2016 again numerous visitors. With free admission, 1800 research interested persons of all ages let themselves fascinating by an exciting program at the Department of Polymer Engineering Leoben.

The "Long Night of Research" is Austrians largest research event and enables researchers to present their achievements to the general public.

Tag der offenen Tür | Open-door day

Im Jahr 2015 feierte die Montanuniversität ihr 175-jähriges Bestehen, im Rahmen der Veranstaltungen rund um die Feierlichkeiten öffnete auch das Department Kunststofftechnik am 2. und 3. Oktober 2015 seine Pforten für Besucher.

In the 2015, the Montanuniversitaet celebrated its 175th anniversary. In the course of the events around the festivities, the Department of Polymer Engineering also opened its doors for visitors on October 2nd and 3rd.

Recycling Workshop

Am 17. November 2015 folgten mehr als 90 Teilnehmerinnen und Teilnehmer dem Ruf der Recyclingfachleute nach Leoben.

Organisiert von den Lehrstühlen für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe und Verarbeitung von Verbundwerkstoffen sowie dem Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft an der Montanuniversität Leoben und veranstaltet von der Regionalabteilung Carbon-Composite Austria (CC-Austria), wurden Themen der Abfallwirtschaft diskutiert und ein Überblick zum derzeitigen Stand der Technik bzw. Forschung auf dem Gebiet des Recyclings von polymeren Werkstoffen präsentiert.

On November 17th, 2015, more than 90 participants followed the call of recycling experts to Leoben.

The Workshop was organized by the chairs for Materials Science and Testing of Polymers, Processing of Composites an the Chair of Waste Processing Technology and Waste Management Montanuniversitaet Leoben as well as the regional department Carbon-Composite Austria (CC-Austria). Topics of waste management were discussed and an overview of the current state of the art in the field of the recycling of polymer materials was presented.

Take Tech 2015

Im Rahmen der Berufsorientierungsinitiative „Take Tech“ nutzten am 19. November 2015 Schüler der HTL Kapfenberg die Chance, einen Blick hinter die Kulissen der Kunststofftechnik Leoben sowie der Polymer Competence Center GmbH (PCCL) zu werfen.

Die von der Steirische Wirtschaftsförderung SFG koordinierte Aktionswoche ermöglicht Schulen den Besuch bei innovativen steirischen Unternehmen und möchte damit junge Menschen für technische Berufe begeistern.

As part of the „Take Tech“ vocational orientation initiative, students of HTL Kapfenberg took advantage of the opportunity to take a look behind the scenes of the Department of Polymer Engineering Leoben and the Polymer Competence Center GmbH (PCCL) on 19 November 2015.

The action week, coordinated by the Styrian Economic Development Agency (SFG), allows schools to visit innovative Styrian companies to inspire young people for technical professions.

Department-Ausflug | Excursion of the Department

Der Department-Ausflug führte die Mitarbeiter am 6. Juli 2016 in die Oststeiermark. Nach einer informativen Firmenbesichtigung der Andritz Hydro GmbH in Weiz, folgte eine Führung durch die Grasslhöhle - die älteste Schauhöhle Österreichs. Bei einer gemütlichen Jause in Hohenau an der Raab ließ man den Tag gemeinsam ausklingen.

On July 6th, 2016 the staff of the Department of Polymer Engineering went to the East Styria. The informative visits of Andritz Hydro GmbH in Weiz, was followed by a guided tour in the Grasslhöhle - the oldest show cave in Austria. The day ended with a cozy snack in Hohenau an der Raab.



© Foto Freisinger / Armin Rüssel



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 Montanuniversitaet Leoben
Otto Glöckel-Straße 2 | 8700 Leoben | Austria
+43 3842 402 2101 | kunststofftechnik@unileoben.ac.at
www.kunststofftechnik.at