

Jahresbericht 2021

Institut für Fördertechnik und Kunststoffe



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

Professur Kunststoffe

Professur Förder- und Materialflusstechnik

Prof. Dr.-Ing. Michael Gehde

Prof. Dr.-Ing. Markus Golder



Vorwort

Liebe Leser,

der 13te Jahresbericht des Instituts für Fördertechnik und Kunststoffe der Technischen Universität Chemnitz reflektiert das Jahr 2021 und behandelt eine Zeit, die durch die sehr strengen pandemiebedingten Arbeitsrandbedingungen und auch durch die Bundestagswahl im September des Jahres geprägt ist.

Hinzu kommen noch einschneidende Veränderungen in der Drittmitteleinwerbung. Ende September wurde das Förderportal ZIM geschlossen, Ausschreibungen des BMBF wurden auf spezielle, vor allem pandemiebedingte Themen beschränkt und auch die Industrielle Gemeinschaftsforschung hatte einen Anfinanzierungsstopp für schon vorbewilligte Projekte. Nur die bis zu diesem Termin bewilligten und in Bearbeitung befindlichen Drittmittelforschungsvorhaben liefen weiter.

Der Ideenreichtum der aktiven Mitarbeiter beider im Institut zusammengeschlossenen Professuren hat nicht nachgelassen und es gibt nach wie vor eine große Anzahl auch industrierelevanten Forschungsthemen und Ideen. Aber auch die Lage der Industrie hat sich durch die Rahmenbedingungen der Pandemie geändert, Forschungsthemen werden in die Zukunft verlagert, es wird gespart und Entscheidungen nach hinten verschoben.

Die großen Herausforderungen der Energiewende, die Anforderungen der Kreislaufwirtschaft und aller damit zusammenhängenden gesellschaftlich-wirtschaftlichen Entwicklungen fordern eine Innovationsdichte, die vermutlich noch nie so hoch war. Dass gerade in einer solchen Zeit die Forschung durch innere Regulationen und äußere finanzielle Randbedingungen stark behindert wird, ist eine fatale Entwicklung.

Im Institut sind diese Randbedingungen leider spürbar, und das auf verschiedenen Ebenen.

Digitale Lehre ist für Studenten des Maschinenbaus ebenso unerfreulich wie für die Lehrenden selbst. Es mag in einigen Fächern möglich sein, die gleichen Lernerfolge am Bildschirm zu erzielen, wie bei persönlicher Lehre im Hörsaal, in vielen Bereichen der Technik- und Naturwissenschaften ist jedoch der große Anteil der Lehre am Objekt entscheidend für die Wissensvermittlung, das Interesse und auch die Vermittlung der Faszination des Ingenieurberufs.

Spritzgießen oder Schweißen lernen ohne an einer Maschine zu stehen und den Prozess live gesehen zu haben?

Inspirierende Diskussionen, Ideenentwicklung und Loslegen wollen via Internet am Bildschirm?

Experimente oder Theorien antragsreif ausdiskutieren, verbessern oder infrage stellen mittels Teams-Besprechung?

Natürlich haben wir alle die Randbedingungen zu akzeptieren und alle haben ähnliche Randbedingungen, wir lernen, damit umzugehen und machen das Beste daraus.

Mit der Notwendigkeit unsere Innovationsdichte passt das aber gerade nicht zusammen.

Ganz persönlich darf ich sagen, dass mir der persönliche Arbeitsstil, das direkte Gespräch mit meinen Mitarbeitern im Einzelnen oder in der gesamten Arbeitsgruppe als „Normalfall“ fehlt und durch unsere neuen Arbeitsbedingungen und Kommunikationsformen nicht vollständig aufgefangen werden können.

Dennoch muss man kein großer Optimist sein, um eine gute Zukunft des Instituts vorauszusehen, denn die dringenden Forschungs- und Entwicklungsthemen der nahen Zukunft spielen sich in sehr hohem Maße in den klassischen Forschungsfeldern beider Professuren ab und werden trotz derzeit eingeschränkter Finanzierungsmöglichkeiten weiter auf- und ausgebaut.

Ihr

Michael Gehde

Inhalt

1	Struktur und Ausstattung	5
1.1	Entwicklung des Institutes	5
1.2	Organisationsstruktur und Personal	9
1.2.1	Struktur des Instituts	9
1.2.2	Leitung des Institutes	9
1.2.3	Mitarbeiter des Institutes	9
1.3	Professur Kunststoffe	11
1.4	Professur Förder- und Materialflusstechnik	13
1.5	Technische Ausstattung	15
1.6	Fördergemeinschaft für das Institut für Fördertechnik und Kunststoffe (FKTU Chemnitz e.V.)	19
2	Leistungen und Ergebnisse im Bildungsprozess	21
2.1	Angebot der Lehrveranstaltungen	21
2.2	Exkursionen	32
2.3	Diplomarbeiten / Masterarbeiten	32
2.4	Bachelorarbeiten	32
2.5	Projektarbeiten / Fallstudien, Praktikumsberichte	33
2.6	Studienarbeiten	33
2.7	Betreuung von Gymnasiasten, Praktikanten und Gästen am Institut	33
3	Leistungen und Ergebnisse im Forschungsprozess	34
3.1	Überblick der Forschungsprojekte	34
3.2	Abgeschlossene Forschungsvorhaben in 2021 (Auswahl)	37
3.2.1	Analyse, Simulation und Verifikation des Formfüllverhaltens von hochgefüllten duroplastischen Formmassen in der Spritzgießverarbeitung- DuroSim -	37
3.2.2	Entwicklung von Verfahren und Ausrüstungen zur industriellen Herstellung von primärstrukturadäquaten Bastfaser-Halbzeugen für Faserverbundwerkstoffe	41
3.2.3	RUSEKU - Repräsentative Untersuchungsstrategien für ein integratives Systemverständnis von spezifischen Einträgen von Kunststoffen in die Umwelt	45
3.2.4	Neues Abzugssystem für Flechtmaschinen von Hochleistungsfaserseilen in fördertechnischen Anwendungen	55
3.2.5	Ermüdungsverhalten von Bauteilen aus Wood Polymer Composite im Anwendungsfeld der Fördertechnik	59
3.2.6	Entwicklung eines schubkurbelgetriebenen Vibrationsgleitförderers mit elliptischer Schwingbewegung	62
3.3	Preise, Ehrungen	65
3.3.1	TU-Forscher für wissenschaftliches Lebenswerk ausgezeichnet	65
4	Wissenschaftliches Leben und Öffentlichkeitsarbeit	67
4.1	Wissenschaftliche Veranstaltungen	67
4.2	Promotionen	68
4.3	Teilnahme an Tagungen, Symposien und Messen	68

4.4	Schulungen und Weiterbildung	69
4.5	Veröffentlichungen, Forschungsberichte	70
4.5.1	Veröffentlichungen: Konferenzbeiträge, Vorträge und Poster	70
4.5.2	Veröffentlichungen: Zeitschriftenartikel, Bücher	72
4.5.3	Forschungsberichte	73
4.5.4	Gutachten	74
4.6	Zusammenarbeit	74
4.6.1	Zusammenarbeit mit Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen	74
4.6.2	Zusammenarbeit mit der Industrie (Auszug)	75
4.6.3	Mitgliedschaft in wichtigen Gremien – Überblick	77
5	Wegweiser zum Institut	79

1 Struktur und Ausstattung

1.1 Entwicklung des Institutes

- 1953 Aufnahme des Lehrbetriebes in der Fachrichtung „Textilmaschinenkonstruktion“
- 24.09.1956 Gründung des Institutes für Textilmaschinen
- 1960 Gründung des Institutes für Technologie der Plastverarbeitung und Aufnahme des Lehrbetriebes der Fachrichtung „Technologie der Plastverarbeitung“
- 1961 Aufbau der Abteilung „Allgemeiner Maschinenbau“ durch Prof. Dr.-Ing. Kurt Lasch
- 1963 Die ersten 16 Absolventen des Institutes für Technologie der Plastverarbeitung schließen ihr Studium erfolgreich mit der Diplomprüfung ab
- 16.03.1965 Erste Diplomverteidigung der Fachrichtung „Konstruktion von Maschinen und Geräten des Allgemeinen Maschinenbaus“: Dipl.-Ing. Meißner
- 1967 Umbenennung des Institutes für Technologie der Plastverarbeitung in Institut für Plast- und Elasttechnik (später Lehrbereich Plast- und Elasttechnik, dann Wissenschaftsbereich Plast- und Elasttechnik) mit den Lehrstühlen „Plastverarbeitung“ und „Elastverarbeitung“ (jetzt Kunststoffe)
- Okt. 1969 Durchführung der 1. Fachtagung TECHNOMER
- 01.11.1978 Bildung der Sektion Textil- und Ledertechnik mit den Wissenschaftsbereichen Chemiefaser- und Fadentechnologie, Stoff- und Bekleidungs-technologie, Ledertechnologie und Konstruktion und Messtechnik
- Juni 1982 Die Lehr- und Forschungsgruppe „Medizintechnik“ wird dem Wissenschaftsbereich „Verarbeitungsmaschinen“ angegliedert
- 1983 Beginn der Ausbildung in der Fachrichtung „Textiltechnologie mit vertiefter Informatikausbildung“ (25 Studenten)
- Mai 1984 Aufbau einer Vertiefungsrichtung „Holzbe- und -verarbeitung“
- Sept. 1985 Beginn einer informationsvertieften Ausbildung in der Fachrichtung „Verarbeitungsmaschinen“
- Sept. 1989 Berufung von Prof. Dr.-Ing. habil. Eberhard Köhler in der Sektion Textil- und Ledertechnik
- 1990 Gründung der Fördergemeinschaft für den Lehrstuhl Kunststofftechnik an der Technischen Universität Chemnitz e. V. (FKTU)
- 01.06.1992 Berufung von Prof. Dr.-Ing. habil. Eberhard Köhler auf den Lehrstuhl „Konstruktion im Allgemeinen Maschinenbau“
- Sept. 1992 Berufung Prof. Dr.-Ing. Klaus Nendel zum Universitätsprofessor für „Föderotechnik“
- 09.11.1993 Der 1000. Absolvent des Lehrstuhles „Konstruktion im Allgemeinen Maschinenbau“ diplomierte: Dipl.-Ing. Uwe Schenderlein, Diplomarbeit an der Michigan Technological University
- April 1994 Berufung von Professor Dr.-Ing. Günter Mennig zum Universitätsprofessor für „Kunststoffverarbeitungstechnik“
- 01.07.1994 Gründung des Instituts für Konstruktion und Verbundbauweisen e.V. durch Prof. Dr.-Ing. habil. Eberhard Köhler und Aufnahme der Tätigkeit
- 22.03.1995 Eröffnung des Versuchsfeldes "Stückgutfördertechnik".

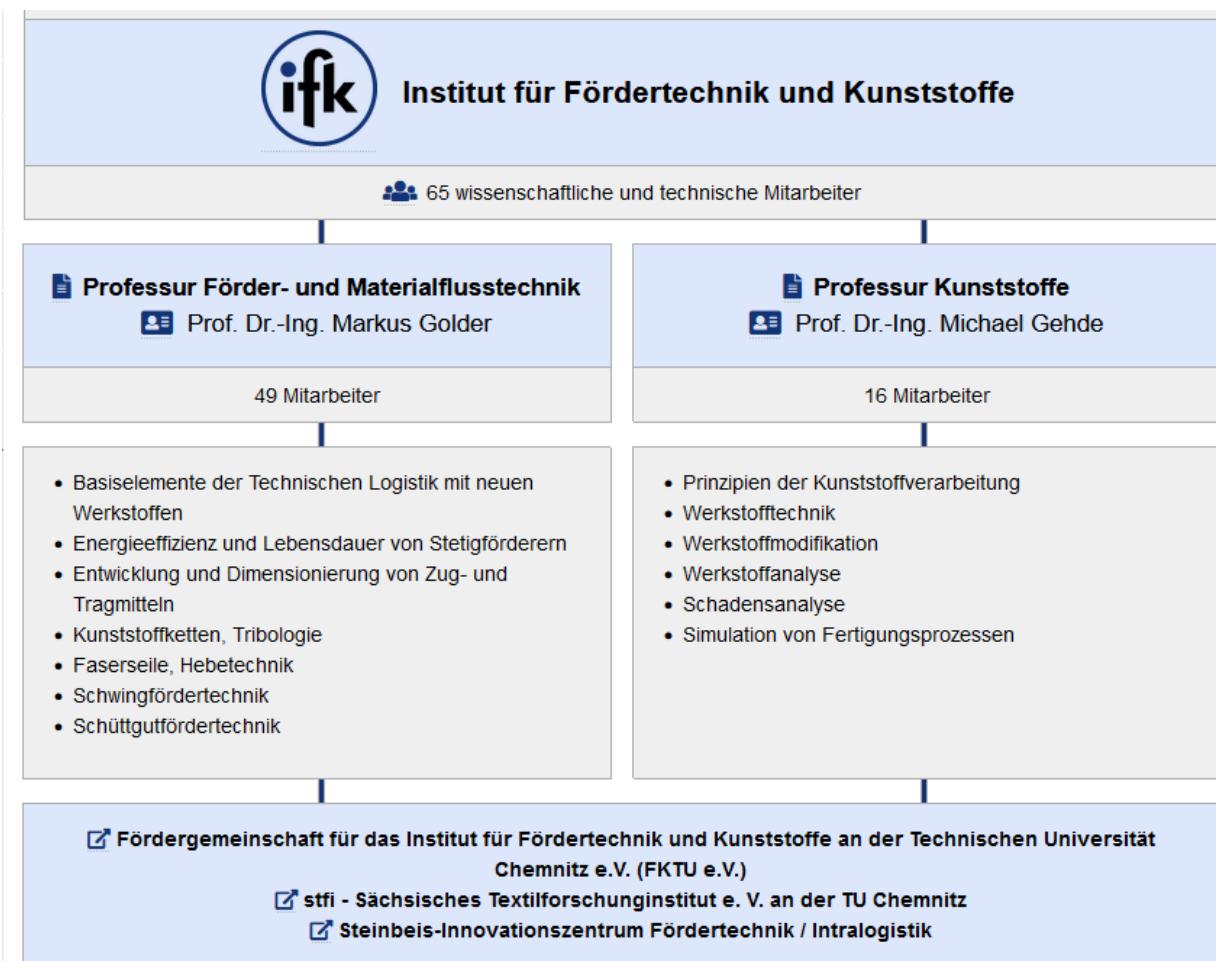
- 09.02.1996 Verleihung der Ehrendoktorwürde an Prof. Dr. Manfred Flemming, ETH Zürich
- 12.09.1996 Berufung zum Honorarprofessor für Herrn Dr. Ziegmann, ETH Zürich, auf dem Gebiet „Anisotrope Strukturen“
- 19.12.1996 Gründungsversammlung des Institutes für Allgemeinen Maschinenbau und Kunststofftechnik
- 09.04.1997 Wahl von Prof. Dr.-Ing. habil. Eberhard Köhler zum geschäftsführenden Direktor des Institutes
- April 1997 Wahl von Prof. Dr.-Ing. G. Mennig zum Studiendekan der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik
- Jan. 1998 Verleihung des Titels „Außerplanmäßiger Professor“ an Dr.-Ing. habil. F. Meyer durch den Sächsischen Staatsminister für Wissenschaft und Kunst
- 1999 Eröffnung des CATIA-Pools am Institut für Allgemeinen Maschinenbau und Kunststofftechnik, Umzug des Technikums Kunststofftechnik in die neuen Räume der Halle F
- Nov. 1999 30 Jahre TECHNOMER: Durchführung der 16. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren
- 01.04.2000 Amtsantritt von Prof. Köhler als Dekan der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik
- 24.10.2000 10 Jahre Fördergemeinschaft für den Lehrstuhl Kunststofftechnik an der Technischen Universität Chemnitz e. V.
- 21.06.2001 Eröffnung des Fluid-Power-Centers des Institutes im Beisein des Facharbeitskreises Fluidtechnik des VDMA
- 01.08.2003 Ausgründung des Kompetenzzentrums Strukturleichtbau als Institut für Strukturleichtbau e.V.
- 01.10.2003 Wahl von Prof. Dr.-Ing. Klaus Nendel zum geschäftsführenden Direktor des Institutes
- März 2004 Besetzung der Juniorprofessur Sportgerätetechnik durch Dr.-Ing. Stephan Odenwald
- 20.04.2004 Gründung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik (WGTL), Professur Fördertechnik ist Gründungsmitglied
- 2004 Eröffnung des Tribologie-Labors an der Professur Fördertechnik und des Prüflabors für statische und dynamische Bauteilprüfung
- 01.10.2004 Wahl von Prof. Dr.-Ing. Klaus Nendel zum Prodekan der Fakultät für Maschinenbau
- 31.03.2005 Beendigung des Dienstverhältnisses von Prof. Mennig, im Zuge des Verfahrens der Neubesetzung wurde der Name der Professur „Kunststoffverarbeitungstechnik“ zum 01.04.2005 in „Kunststoffe“ geändert
- 30.09.2005 Beendigung des Dienstverhältnisses von Prof. Köhler, im Zuge des Verfahrens der Neubesetzung wurde der Name der Professur „Konstruktion im Allgemeinen Maschinenbau“ zum 01.10.2005 in „Strukturleichtbau/ Kunststoffverarbeitung“ geändert.
- 01.04.2006 Wiederwahl von Prof. Dr.-Ing. Klaus Nendel zum Prodekan der Fakultät für Maschinenbau
- 01.06.2006 Berufung von Prof. Dr.-Ing. habil. Lothar Kroll zum Universitätsprofessor für „Strukturleichtbau/Kunststoffverarbeitung“

- 01.07.2006 Berufung von Prof. Dr.-Ing. Michael Gehde zum Universitätsprofessor für „Kunststoffe“
- Juli 2006 Bewilligung des BMBF-Projektes „InnoZug“ mit einem Projektvolumen von ca. 2,4 Mio. Euro bzw. 35 Mann-Jahren für eine fünfjährige Laufzeit
- 04.12.2006 Sächsisches Textilforschungsinstitut e. V. (STFI) wird An-Institut der TU Chemnitz; Prof. Dr.-Ing. Klaus Nendel ist als Direktor des IMK Vorstandsmitglied des STFI
- Mai 2007 Dr.-Ing. Stephan Odenwald wird zum Juniorprofessor für „Sportgerätetechnik“ ernannt
- 27.09.2007 Das Qualitätsmanagementsystem der Fakultät für Maschinenbau der TU Chemnitz und damit auch das des Institutes wurden erfolgreich zertifiziert
- 05.12.2007 Prof. Dr.-Ing. Holger Erth wird zum Honorarprofessor für „Technische Textilien“ am Institut für Allgemeinen Maschinenbau und Kunststofftechnik bzw. der Fakultät für Maschinenbau ernannt
- Dez. 2008 Cetex Institut für Textil- und Verarbeitungsmaschinen gGmbH wird An-Institut der TU Chemnitz
- 01.03.2009 Mitwirkung im Spitzentechnologiecluster „Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik (eniProd), Leitung des Handlungsfeldes Logistik und Fabrikplanung
- 22.10.2009 Mit Beschluss des Rates der Fakultät für Maschinenbau wird das bisherige Institut für Allgemeinen Maschinenbau und Kunststofftechnik (IMK) in das Institut für Fördertechnik und Kunststoffe (IFK) und das Institut für Strukturleichtbau und Sportgerätetechnik (IST) getrennt
- 23.11.2009 Wahl von Prof. Dr.-Ing. Klaus Nendel zum Dekan der Fakultät Maschinenbau
- 23.09.2010 Prof. Dr.-Ing. Wolfram Vogel wird zum Honorarprofessor für Aufzugs- und Hebetechnik am Institut für Fördertechnik und Kunststoffe ernannt.
- Mai 2011 Eröffnung des textiltechnologischen Versuchsfeldes zur Herstellung von Hochleistungsfaserseilen in Halle G und Halle H
- 01.03.2012 Stiftungsprofessur „Technische Textilien - Textile Maschinenelemente“ nimmt nach der Bewilligung des InnoProfile Transferprojektes durch das BMBF die Tätigkeit auf, Leiter der Stiftungsprofessur wird Herr Dr.-Ing. Markus Michael
- Sept. 2012 20 Jahre Fördertechnik an der Technischen Universität Chemnitz - Festveranstaltung und Empfang mit Geschäftspartnern aus Industrie, Fachkollegen anderer Universitäten sowie Kollegen und Mitarbeitern
- Sept. 2012 Ausgründung der TriboPlast GbR durch Herrn Dipl.-Ing. Arnd Schumann und Herrn Dipl.-Ing. Sebastian Weise, wissenschaftliche Mitarbeiter der Professur Fördertechnik
- 23.10.2012 Auszeichnung des Projektes „Gleitleisten auf Basis nachwachsender Rohstoffe“ mit dem Silver Award in der Kategorie „Surface + Technologie“ auf der Fachmesse MATERIALICA in München (Professur Fördertechnik mit C. F. Rolle GmbH Mühle und CKT Kunststofftechnik GmbH)
- 30.01.2013 Einweihung eines Prüffeldes für textile Maschinenelemente unter Tage in Bleicherode
- 16.05.2013 Verleihung des ZIM-Preises für die „Technologie zum Schweißen großvolumiger Kunststoffbehälter“ an die Professur Kunststoffe und Graf GmbH

- 11.09.2013 Dr. Markus Michael wird zum außerplanmäßigen Professor bestellt
- Sept. 2014 Eröffnung der Außenstelle des Versuchsfeldes der Professur Fördertechnik in der Cetex
- 04.09.2014 Förderpreisverleihung des Deutschen Textilmaschinenbaus der Walter-Reiners-Stiftung 2014 an Herrn Dr. Thorsten Heinze für seine Dissertation: „Zug- und biegewechselbeanspruchte Seilgeflechte aus hochfesten Polymerfasern“
- 12.08.2015 Inbetriebnahme des multiaxialen dynamischen Prüfsystems der Firma Zwick-Roell in der Halle F
- 01.03.2016 Nachwuchsforscherteam der Professur Fördertechnik erhält mit Unterstützung des vom BWML geförderten „EXIST - Gründerstipendium“ die Möglichkeit, das Forschungsprojekt „PiRope“ – Fahrradspeichen aus textilen High-tech-Fasern, nach einjähriger Laufzeit in ein Start-Up- Unternehmen zu überführen
- Mai 2016 Verleihung des Best Paper Awards an die Professur Kunststoffe für den Beitrag „Process integrated printing technology of plastic parts during injection molding“ auf der weltweit größten internationalen Kunststoffkonferenz ANTEC2016 in Indianapolis (USA)
- 01.04.2017 Wahl von Prof. Dr.-Ing. Michael Gehde zum geschäftsführenden Direktor des IFK
- 14.09.2017 Festakt zum 25jährigen Bestehen der Professur Fördertechnik
- 30.09.2017 Beendigung des Dienstverhältnisses von Prof. Dr.-Ing. Klaus Nendel, im Zuge des Verfahrens der Neubesetzung wurde der Name der Professur „Fördertechnik“ zum 01.10.2017 in „Förder- und Materialflußtechnik“ geändert.
- Nov. 2017 Wahl von Prof. Dr.-Ing. Michael Gehde zum Vorstandssprecher des Wissenschaftlichen Arbeitskreises der Universitäts-Professoren der Kunststofftechnik (WAK)
- Nov. 2017 25. Fachtagung TECHNOMER Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren
- 01.07.2018 Berufung von Prof. Dr.-Ing. Markus Golder zum Universitätsprofessor für „Förder- und Materialflusstechnik“
- 26.10.2018 Ausgründung der Professur Förder- und Materialflusstechnik „LiGenium“ ist Gewinner im „TUClab-Wettbewerb 2018“.
- 30.11.2018 Der Moldex3D Global Innovation Talent Award 2018 geht an Professur Kunststoffe, Tran Ngoc Tu und Prof. Dr.-Ing. Michael Gehde, für das Projekt “Investigation of the application of Moldex3D in thermoset injection molding simulation process with wall slip boundary condition”.
- Nov. 2019 50 Jahre Technomer – Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren. 26. Fachtagung fand vom 07.-08.11.2019 an der TU Chemnitz statt.
- Nov. 2020 1. Fachkolloquium innoTrac am 12./13.11.2020 im Online-Format
- Dez. 2020 Auszeichnung von Frau Dr.-Ing. Annett Schmieder mit dem Förderpreis der Walter Reiners-Stiftung des VDMA für die beste Dissertation 2020 im Textilmaschinenbau.
- Sep. 2021 17. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft e. V. findet an der TU Chemnitz statt.

1.2 Organisationsstruktur und Personal

1.2.1 Struktur des Instituts



1.2.2 Leitung des Institutes

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Gehde
Sekretariat: Mokeddem, Solveig

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Golder
Sekretariat: Schuster, Jenny

1.2.3 Mitarbeiter des Institutes

• **wissenschaftliche Mitarbeiter**

Albrecht, Mirko Dipl.-Ing.
Bartsch, Ralf Dr.-Ing.
Berbig, Ingo Dipl.-Ing.
Bergmann, André Dipl.-Ing.
Böhmk, Monika M.Sc.(bis 06/21)
Bona, Marcus M. Sc.
Böttger, Uwe Dipl.-Ing.
Brückner, Eric Dr.-Ing. (bis 11/21)
Clauß, Brit Dr.-Ing.
Dallinger, Niels Dr.-Ing.
Eckardt, Ronny Dr.-Ing.
Eichhorn, Sven Dr.-Ing.
Felber, Andreas Dipl.-Ing. (FH)
Finke, Jan M. Eng.

Kretschmer, Andreas Dr.-Ing.
Kuhn, Christian M. Sc.
Kuvey, Benjamin M. Sc.
Lüdemann, Lynn Dipl.-Wi.-Ing.
Maximow, Ivo Dipl.-Ing.
Methe, Daniel (bis 09/21)
Müller, Christoph Dr.-Ing
Penno, Eric M. Sc.
Risch, Thomas Dr.-Ing.
Schmeißer, Nils
Schmieder, Annett Dr.-Ing.
Schmitt, Marco M.Sc.
Schöneck, Tobias Dipl.-Ing.
Schubert, Christine Dr.-Ing.

Friedrich, Fabian M. Sc.
Geistert, Max M. Sc. (ab 11/21)
Heidrich, Dario M. Sc.
Helbig, Markus Dr.-Ing.
Hofmann, Karoline M.Sc. (bis 05/21)
Holschemacher, David Dipl.-Ing
Hüllmann, André M. Sc.
Kern, Colin Dr.-Ing.

Schulze, Annegret Dipl.-Ing. (bis 03/21)
Stange, Karl M. Sc. (ab 07/21)
Storch, Daniela M. A.
Strobel, Jens Dr.-Ing.
Sumpf, Jens Dr.-Ing.
Tran, Ngoc Tu Dr.-Ing.
Weise, Sebastian Dr.-Ing.
Weisel, Niklas Dipl.-Ing. (ab 08/21)

• ***nichtwissenschaftliche Mitarbeiter***

Buß, Robert)
Conrad, Marco
Grießbach, Ralf
Grunert, Tino
Heeg, Thomas
Horn, Robert
Köhler, Sören B.Sc.
Matthes, Udo
Mauersberger, Sven

Meynerts, Peter
Nendel, Lydia
Schmidt, Marcus
Schneckoigt, Ulrike Dipl.-Ing.
Schubert, Sonja Dipl.-Ing. (FH)
Schwipper, Michael
Tröltzsch, Matthias
Uhlmann, Christian

• ***weitere Mitarbeiter am Institut***

Nendel, Klaus Prof. Dr.-Ing.

Emeritierter Professor

• ***Honorarprofessoren***

Prof. Dr.-Ing. Holger Erth

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Vogel

1.3 Professur Kunststoffe

Das Image und die allgemeine öffentliche und politische Wahrnehmung der Kunststoffe habe ich bereits im Vorwort angeschnitten. Ich möchte die Diskussion darüber an dieser Stelle nicht weiter vertiefen, darf aber einer gewissen Sorge Ausdruck geben, dass unser Lehr- und Forschungsbereich im studentischen Interesse vermutlich nicht zunimmt. Es könnte hier zu einer durchaus dramatisch zu nennenden Situation im Nachwuchs an ausgebildeten Kunststoffingenieuren führen, wo bereits heute viele Unternehmen der Kunststoffbranche keinen qualifizierten Nachwuchs am Markt finden.

Die Aufgabe der Professur Kunststoffe ist es, zusätzlich zur allgemeinen Lehre und der Forschung, vermehrt Aufklärung zur Bedeutung des Kunststoffes für unser alltägliches Leben sowie seine ökologische Bewertung zu betreiben. Ingenieure sollten auf der Basis von Fakten arbeiten und entscheiden. Diese Fakten zu prüfen, bereitzustellen und zu vertreten, wird wichtiger.

Die Professur Kunststoffe setzt ihren Schwerpunkt in Forschung und Lehre auf dem Gebiet der unverstärkten, diskontinuierlich verstärkten und funktionsorientiert gefüllten Thermo- und Duroplaste mit dem Ansatz, die verarbeitungsinduzierten Eigenschaften im Sinn der Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehung aufzuklären.

Wichtig ist der Leitung der Professur und den Mitarbeitern die enge Zusammenarbeit mit der Industrie, vor allem auch mit kleinen und mittelständigen Unternehmen. Es existieren vielfältige internationale Kooperationen und Kontakte, insbesondere zu osteuropäischen und asiatischen Partnern aus Industrie und Wirtschaft.



*Prof. Dr.-Ing. M. Gehde,
Vorstand WAK*

Die Lehr- und Forschungsaufgaben der Professur Kunststoffe umfassen alle Bereiche, die mit der Verarbeitung und Anwendung der Stoffgruppen Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere verbunden sind.

Die Forschung und Arbeit an der Professur Kunststoffe ergibt sich somit aus den folgenden Schwerpunkten:

- **Fügen von Kunststoffen**

- Grundlagenforschung Laser- und Infrarotschweißen
- Longitudinales und torsionales Ultraschallschweißen
- Prozessoptimierung beim Heizelement- und Vibrationsschweißen
- Schweißnahtuntersuchungen und Strukturausbildung in der Schweißnaht
- Untersuchungen der Langzeitfestigkeit
- Metall-Kunststoff Haftung, Niet- und Clinchverbindungen

- **Kunststofftechnik und -modifizierung**

- Elektrisch leitfähige Kunststoffe
- Kunststoffgebundene Dauermagnete
- Kurz- und langfaserverstärkte Thermo- und Duroplaste
- Funktionalisierung von Oberflächen
- Entwicklung funktionaler Polymere

- **Kautschuktechnik**

- Herstellung, Verarbeitung und Prüfung von Kautschukmischungen
- Statische und dynamische Prüfung von Gummi
- Prüfung der Rissbildung und -ausbreitung
- Rezeptur- und Verfahrensentwicklung zur Herstellung von Elastomer-Legierungen und spezieller Elastomer-Kunststoff-Blends
- Simulation und Modellierung

- **Spritzgießtechnik**

- Spritzgießprozessanalyse von Thermo- und Duroplaste
- 2K - Spritzgießtechnik
- Mikrospritzgießen
- In-Mold Printing
- In-Mold Oberflächenmodifizierung
- Simulation und Modellierung
- Formfüll- und Strömungsberechnung

Die Ausbildung erfolgt in den Pflicht- und Wahlpflichtfächern in den Bachelor- und Masterstudiengängen Maschinenbau, Sports Engineering, Automobilproduktion, Leichtbau mit jeweils Modulverantwortlichkeit für die entsprechenden Fächer. Weiterhin ist eine Lehrveranstaltung in die Ausbildung für das Lehramt Grundschule eingebunden.

Die wichtigsten Lehrveranstaltungen sind:

- Grundlagen der Kunststofftechnik
- Werkstofftechnik der Kunststoffe
- Konstruieren mit Kunststoffen
- Prüfen von Kunststoffen
- Komponentenfertigung mit Kunststoffen
- Verarbeitung kurzfaser verstärkter Kunststoffe
- Kunststoff-Fügetechnik
- Recycling von Kunststoffen und Gummi
- Nichtmetallische Werkstoffe

Viele der Lehrveranstaltungen werden durch praxisorientierte Praktika im Versuchsfeld unterstützt. Die gerätetechnische Ausstattung der Professur ist ausgerichtet auf die Herstellung neuer Werkstoffe, die Untersuchung von Verarbeitungsbedingungen in Urform-, Umform- und Fügeprozessen sowie die Charakterisierung von Werkstoffen und Bauteilen. Hierzu stehen moderne Prüf- und Analysetechnik (Thermoanalyse, Rheometrie, Mikroskopie, mechanische Prüftechnik), ein Spritzgießtechnikum mit Spritzgießmaschinen unterschiedlicher Hersteller einschließlich einer 2K-Spritzgießmaschine und ein Fügetechniklabor mit Maschinentechnik zum Heizelement-, Ultraschall-, Vibrations- und Extrusionsschweißen sowohl im Labor- wie auch im praxisnahen Einsatz zur Verfügung. Ergänzt wird die Ausstattung durch ein Technikum für die Elastomerverarbeitung (diverse Misch-, Press- und Extrusionstechnik).

1.4 Professur Förder- und Materialflusstechnik

Im Laufe des Jahres 2021 wurde es immer schwieriger Drittmittel einzuwerben. Die Professur FTM ist seit Jahrzehnten ein zuverlässiger, kompetenter Partner der mittelständischen Industrie bei der Einwerbung und Umsetzung gemeinsamer Forschungsprojekte. Die einschlägigen Förderprogramme wurden pandemiebedingt sehr stark überzeichnet. Eine Reaktion auf diese Überzeichnung ist die noch nie dagewesene unangekündigte Antragsverweigerung der Fördermittelgeber. Diese im Oktober eingetretene Situation wird auf unbestimmte Zeit fortbestehen. Eine gravierende Auswirkung ist ein Defizit an Finanzmitteln, die nur schwierig durch andere Fördermittel kurzfristig kompensierbar sind. Aus diesem Grund ist damit zu rechnen, dass viele wertvolle und erfahrene wissenschaftliche Mitarbeiter im Laufe des Jahres 2022 die Professur leider verlassen müssen.

Die Professur Förder- und Materialflusstechnik zeichnet sich als erfahrener Ansprechpartner auf dem Fachgebiet der Fördertechnik – Intralogistik – Technischen Logistik (F-I-T) aus. Dafür soll der Austausch zwischen den einzelnen Arbeitsgruppen noch intensiver gefördert werden. Hierfür sollen thematische Verknüpfungen und Schnittstellen, die die Sicht des Materialflusses in einem vernetzten Fördertechniksystem einnehmen, betrachtet werden. Auch die Anwenderperspektive soll in diesem Zusammenhang in den Fokus rücken. Beispielsweise lassen sich Forschungsaktivitäten zu alternativen Werkstoffen, dem Entwickeln von Bauteilelementen aus innovativen Werkstoffen und Bestrebungen der Gestaltung von ressourcenoptimierten Systemen zusammenbringen. Auch im Bereich der Zugmittel- und Tribologieforschung lassen sich Schnittmengen gemeinsamer Fragestellungen hinsichtlich der Anwendung erneuerbarer Werkstoffe finden und vertiefen.

Die Vision, in Chemnitz ein Zentrum für die Fördertechnik bzw. die Technische Logistik einzurichten, welches sich mit den Fragestellungen und Herausforderungen von **sichereren, effizienten mechatronischen Systemen** der Fördertechnik - der Intralogistik – der Technischen Logistik beschäftigt und sowohl national als auch international auf diesem Themengebiet führend wird, bleibt weiterhin das Ziel.

Unter Förder- und Materialflusstechnik wird die Technik des Fortbewegens von Gütern und Personen durch technische Hilfsmittel in beliebiger Richtung und über begrenzte Entfernnungen sowie die effiziente Steuerung der Fördergüter verstanden. Sie schließt auch die Lehre von den Fördermitteln und den durch sie gebildeten Systemen ein. Zunehmend wird für die Fördertechnik der Begriff „Technische Logistik“ verwendet.

Das Fördern stellt eine der wichtigsten Funktionen des Materialflusses dar und umfasst eine Vielzahl interessanter Techniken:

- Stetigförderer, wie z. B. Band-, Ketten-, Riemen- und Schwerkraftförderer sowie Rollenbahnen für die quasi-kontinuierliche Stückgutbewegung,
- Band- und Kettenförderer sowie pneumatische und Schwingförderer für den Transport von Schüttgut über kurze aber auch besonders große Entfernnungen,
- Förder-, Lager- und Kommissioniersysteme für Produktions- und Warenverteilprozesse,
- Stapler, Wagen, Schlepper und fahrerlose Transportsysteme in Fertigungs- und Lagerbereichen,
- Krane und Hubeinrichtungen für schwere Güter in den Bereichen der Bauindustrie und Verkehrstechnik sowie Aufzüge für Personen und Lasten,
- Lagerregale, Regalbediengeräte sowie vollautomatische, computergesteuerte Lager- und Verteilsysteme,
- Steuer- und Informationssysteme einschließlich der Simulation von Materialflussprozessen.

Die Förder- und Materialflusstechnik ist ein Wirtschaftszweig mit steigender Bedeutung. Zukünftige Entwicklungen werden vor allem durch die zunehmende Globalisierung der Märkte,

die notwendigen Einsparungen von Rohstoffen und Energie und die logistischen Anforderungen in der Volkswirtschaft getrieben. Die noch meist sehr robuste Bauweise der Förder- und Transporteinrichtungen ist durch neue Wirkprinzipien und Konstruktionen zu ersetzen und damit effizienter zu gestalten.

Ausgehend von diesen wirtschaftlichen Entwicklungen konzentriert sich die Forschung der Professur Förder- und Materialflusstechnik an der TU Chemnitz auf folgende Schwerpunkte:

- zuverlässige, energieeffiziente und ökologisch nachhaltige Materialflusssysteme für die Intralogistik,
- neue Basiselemente der technischen Logistik,
- Stetigförderer für die Transport- und Speichertechnik, Hebezeuge und Aufzugssysteme,
- sichere mechatronische Antriebs- und Überwachungssysteme in der Fördertechnik,
- Entwicklung, Herstellung und Dimensionierung textiler Zug- und Tragmittel sowie Maschinenelemente,
- Anwendung erneuerbarer Werkstoffe für Trag- und Stützelemente sowie fördertechnische Bauteile,
- Grundlagen zu Reibung und Verschleiß von Gleitpaarungen in Fördersystemen, vorzugsweise mit Kunststoffbeteiligung,
- rechnerunterstützte Dimensionierung von Stetigförderern.

Diese Inhalte werden in folgenden Arbeits- und Forschungsgruppen bearbeitet:

- Textile Maschinenelemente (TM)
- Kunststoffkomponenten und Tribologie (KKT)
- Anwendungstechnik erneuerbarer Werkstoffe (EW)
- Baugruppen und Fördersysteme (BF)
- Vibrationsfördertechnik und Systemdynamik (VS)

Ergänzend dazu stehen der Professur eine eigene mechanische Werkstatt sowie eine Abteilung für Mess- und Steuerungstechnik zur Verfügung.

Die Ausbildung erfolgt in den Pflicht- und Wahlpflichtfächern der Studiengänge Maschinenbau, Systems Engineering, Wirtschaftsingenieurwesen sowie Automobilproduktion. Die Professur ist verantwortlich für den Masterstudiengang Textile Strukturen und Technologien und ist Träger der Studienrichtung Förder-, Montage- und Fügetechnik im Masterstudiengang Maschinenbau.

Wesentliche Lehrveranstaltungen sind:

- Grundlagen der Förder- und Materialflusstechnik,
- Spezialgebiete und Antriebssysteme in der Fördertechnik,
- Fördertechnik für die Automobilproduktion,
- Pneumatische und Schwingfördertechnik,
- Grundlagen der Tribologie,
- Technische Textilien,
- Textile Maschinenelemente,
- Hochleistungsfasern und Verarbeitungstechnologien,

- Konstruktion von fördertechnischen Baugruppen (CATIA-V5 – fakultativ).

Der Professur stehen moderne Laboratorien für Reibungs-, Verschleiß- und Lebensdaueruntersuchungen, für die Ermittlung mechanischer Kennwerte insbesondere an Zug- und Tragmitteln zur Verfügung. Schwing- und pneumatische Förderer für Schüttgut, Prüfeinrichtungen für die Bestimmung der statischen und dynamischen Belastungsgrenzen der Basiselemente und Baugruppen der Technischen Logistik sowie Geräte der mechanischen Aufbereitungstechnik und Anlagen der Faserseilherstellung und -prüfung ergänzen das Ausrüstungssortiment.

1.5 Technische Ausstattung

- ***Computerpool des Institutes***

- CAD-Pool mit 8 Arbeitsplätzen (CATIA V5, Autodesk Inventor)

- ***Software an den Professuren***

- AutoDesk Inventor
- CATIA V5 (CAD)
- Ansys (FEM)
- Hyperworks (FEM)
- Abaqus (FEM)
- Matlab
- Strömungssimulation FIDAP Fluent
- 1-CATMAN EASY Software
- Moldex 3D
- taraVRbuilder
- SimulationX

- ***Technikum für Fördertechnik:***

- Verschiedene Ketten-, Band- und Zahnriemen-Fördersysteme
- Gleitkettenförderer mit integrierter Zugkraftmessung in der Kette
- Schwingfördersysteme mit elektromagnetischen, pneumatischen und elektrodynamischen Antrieben
- Vakuumförderung, Band- und Schneckenförderer sowie Elevator für Schüttgut
- LINDE und JUNGHEINRICH Elektro-Gabelstapler, Tragfähigkeit 2,5 t
- Reibungs- und Verschleißprüfstände für Modellprüfkörper
- Verspannprüfstand für Verschleißtests an Zahnriemen und Ketten
- Getriebeprüfstand für antriebstechnische Zugmittel, z. B. Zahnriemen, Gurte, Ketten
- Prüfeinrichtungen für Reibung und Verschleiß an Motor-Steuersystemen mit Ölschmiereung (90°)
- Prüfeinrichtungen zur Bestimmung der statischen und dynamischen Belastungsgrenzen von Führungsschienen, Gleit- und Rollelementen, Rollen sowie Gleitlagern
- FLIR Thermovisionssystem
- ALMEMO Universal-Messsystem
- WEINBERGER Hochgeschwindigkeitskamera zur Aufnahme von bis zu 10.000 Bildern/sec

- ASTRO-MED mobiler Messdatenrecorder zur Analyse und Aufzeichnung der Messsignale
- Schwingungsmessgerät TYP: RION SA – 78
- High-Speed-Kinematografie
- Rollen- und Radprüfstand mit 30 kN Kontaktkraft, maximale Geschwindigkeit von 2m/s

- **Verfahrenstechnische Ausstattung:**

- Laborschneid- sowie Hammermühle
- Ultrazentrifugalmühle
- Plan- und Vibrationssiebmaschine
- Mikrowellenofen
- Messzelle zur Bestimmung der Scherfestigkeit und Wandreibung von Schüttgütern
- 3D Drucker - 3DTouchTM Triple Head
- Statische und dynamische Prüfmaschinen sowie Abriebprüfstand für Seile
- Biegeprüfstände 100 kN und 12 kN
- Gegenbiegeprüfstand für Faserseile
- Abrasionsprüfstand
- Reibprüfstand mit bewegter Scheibe
- Kriechprüfstand
- Windenprüfstand (Hubhöhe 9 m)
- Wickelprüfstand
- Zugprüfmaschine (Faserseile bis ca. 16 mm)
- Schützenwebmaschine
- 12- und 32-fach Flechtmaschine mit Flechlängenregelung
- Zwirnmaschine
- Spulmaschine und Seilwickler
- Passives und aktives Abrollgatter
- Seilbeschichtungs-, Trocknungs- und Reckanlage von MAGEBA
- Nadelbandwebmaschine zur Weiterentwicklung der textilen Maschinenelemente
- 5-Zonen-Biegewechselmaschine
- Ummantelungsextruder mit Seilstreckeinrichtung
- Trockenschrank
- Changiereinrichtung
- Garnbeschichtungsanlage
- Vibrationsförderweiche
- 3DVibrationsförderer

- **Versuchsfeld für Werkstoffe, Strukturen und Komponenten**

- Fadenabriebprüfgerät Zweigle G556
- Drehungsprüfgerät Zweigle D 314
- KEYENCE Digitalmikroskop, Vergrößerung 25 bis 1000-fach
- KEYENCE Kamerasystem mobil
- Universalprüfmaschine Zwick 1464
- Universalprüfmaschine Hegewald und Peschke Inspekt 10
- Dynamische Werkstoffprüfmaschine INSTRON 8501 mit Klimakammer
- Scheuerprüfung nach Martindale

- Fadenweife Zweigle L 232
 - Gleichmäßigkeitssprüfung Uster-Tester III
 - Split-Klimaanlage
 - Rotationsmikrotom Leica
 - Pendelschlagwerk mit Anti-Schock-Tisch
 - Manuelle Kerbmaschine für Schlagbiege- und -zugprobekörper
 - Prüfgeräte für statische und dynamische Prüfungen, Abrieb-Prüfungen, Relaxations-prüfungen, Stoßelastizitäts- und Härteprüfungen an Gummi
 - Zeitstandeinrichtung mit Messwerterfassungsanlage
 - Bildanalysesystem incl. Bildanalyse-Rechner und -Software
 - Optischer Spannungsprüfer
 - Messsystem zur Verschiebungsanalyse an digitalen Bildern
 - Universalprüfmaschine Zwick/Roell Z 250, Laservideoextensometer
 - Servohydraulische dynamische Prüfmaschine Zwick/Roell HC 10
 - Multiaxiales, dynamisches Prüfsystem Zwick HBT 100 mit Klimakammer
 - Treibfähigkeitsprüfstand
-
- **Technikum für Kunststofftechnik**
 - 2K-Spritzgießmaschine ARBURG Allrounder 320 S 500-150/60 mit 50 t Schließ- kraft (Leihgabe Fa. Arburg)
 - Spritzgießmaschine KRAUSS MAFFEI KM 90-340 B (90 t Schließkraft)
 - Spritzgießmaschine KRAUSS MAFFEI KM 150-460 B2 (150 t Schließkraft)
 - Spritzgießmaschine Boy 22D, 22 t Schließkraft
 - Doppelschneckenextruder Brabender TSE 17D (Schnecken-Ø 35 mm, L/D-Verh. 17)
 - Einschneckenextruder Brabender Extrusiograph, Schnecken-Ø 19 mm, L/D-Verh. 25, mit optionaler Innenmischerkammer zur Kleinmengenherstellung
 - Doppelschneckenextruder Berstorff, Schnecken-Ø 25 mm, L/D-Verh. 35
 - Folienblasanlage Axon, bestehend aus Einschneckenextruder (Schnecken-Ø 18 mm), Folienblaskopf und Abzugseinrichtung zur Herstellung von Folien bis Ø~15 cm
 - diverse Spritzgießwerkzeuge für Thermoplaste, Duroplaste und Gummi (u. a. 2K-Werkzeug, Spritzgießwerkzeug zur Herstellung normgerechter Probekörper, Forschungswerkzeug mit Heißkanaldüsen zur Bindenahtuntersuchung, DVS Probekörper, Platten, Becher)
 - Adapterplatte für das Sandwichspritzgießen zu Forschungszwecken
 - Datenverarbeitungssystem KISTLER DATAFLOWplus
 - 2 KISTLER Druckaufnehmer Typ 6157 BD
 - Presse, Hersteller Rucks mit beheizbaren Platten
 - Presse zur Duroplastverarbeitung, Eigenentwicklung
 - BAYER/COESFELD Tear Fatigue Analyzer (TFA), Klimakammer, Lärmschutzkabine, Video-Kamera, Bildverarbeitungsport und Software für die Risslängenmessung
 - Lineare Vibrationsschweißanlage mit elektromotorischem Antrieb Modell: M-624 HRSi (Laboranlage), Hersteller Fa. Branson, Dietzenbach
 - Servomotorische horizontale Stumpfschweißmaschine Typ K2150 für Kunststoffe nach Heizelement- und Infrarotverfahren, Hersteller Fa. Bielomatik, Neuffen
 - Torsionale Ultraschallschweißanlage TSP-3000, Hersteller Fa. Telsonic (Leihgabe)
 - Ultraschallschweißanlage Fa. Herrmann (Leihgerät)
 - Longitudinale Ultraschallschweißanlage 20 kHz BRANSON
 - Rehsler Kompaktkühler TAE M10 (Kühlernennleistung 3,1 KW) zur autarken Kühlwasserversorgung der Verarbeitungsmaschinen

- Granulatoren
- Fluidmischer
- Thermoformgerät ILLIG
- Schmelzindex-Prüfgeräte GÖTTFERT
- 2 Trockner FASTI ERD 35B, ERD XPERT 27
- Granulattrockner KTT 100
- 2 Flüssigkeitsthermostat REGLOPLAS P140 S
- Trockenschrank FED53 Binder
- Dosierautomat und Fördergerät COLORTRONIC
- Probestabfräsmaschine FRÄSBOY
- Handschweißgeräte, Heizelementrohrschiweißmaschine
- Dosiergerät für Doppelschneckenextruder
- Vakuumtrockenschrank Binder VD53
- Schlagpendel Zwick Hit 25
- Probenfräse Coesfeld ICP 4030
- Instrumentiertes Schlagpendel Zwick / Roell Hit 25
- GWK- Mehrkreis-Temperiersystem integrat evolution
- 3 Prüfanlagen zur Durchführung von Zeitstand-Zugversuchen nach DVS 2203-4
- Hochgeschwindigkeitskamera – Olympus i-Speed 3
- Olympus Systemmikroskop CX 31, Olympus Systemmikroskop BX 41, Objektive Olympus 100fach
- Olympus Stream Motion, Analysesoftware
- Scherkammer zu Systemmikroskop BX 41
- Schnellwechselsystem QCS – Ultraschallgerät
- Festigkeitsprüfmaschine TIRATest 27025 - R 44/12
- BRABENDER - PlastiCorder Lab-Station
- Spritzgießmaschine KraussMaffei KM 160-380CX
- Keyence Lasermesssystem IL-100 und 2x Keyence Lasermesssystem IL-065 mit Etherneteinheit
- Ultraschall-Schweißmaschine 20kHz, HiQ Dialog 2400 – SpeedControl

- ***Meß-, Prüf- und Analysetechnik***

- Thermoanalyse der Firma TA Instruments mit den Modulen:
 - Modul DSC Q2000 (Temperaturbereich -180°C bis 752°C, Aufheizrate 50 K/min, Temperaturgenauigkeit ≤0,1°C)
 - Modul DMA Q800 (Temperaturbereich -160°C bis 600°C, Aufheizrate 0 K/min bis 20 K/min)
 - Modul TGA Q5000IR (Temperaturbereich 20°C bis 1200°C, Aufheizrate 0,5 K/min bis 500 K/min)
 - Modul Rheometer AR 2000ex (Temperaturbereich -40°C bis 200°C (Peltierplatte), -160°C bis 600°C (Ofen))
 - Modul TMA Q400EM (Temperaturbereich -150°C bis 1000°C)
- Kontaktwinkelmessgerät EasyDrop der Firma Krüss
- Hochtemperatur Dosiereinheit DO3241 für EasyDrop Kontaktwinkelmessgerät, KRÜSS GmbH
- Logitech Dünnschliffgerät
- Schlittenmikrotom Hyrax S 50, Fa. Carl Zeiss
- Rotationsmikrotom Hyrax M 55 mit Gefriereinrichtung, Fa. Carl Zeiss

- Thermokamera IR-Kamerasystem THERMOSENSORIK PtSi 256 SM
- Laserpyrometer IMPAC IN 5 plus-PL
- IR-Spektrometer (FT-IR) Nicolet iS 10
- FTIR-Interface KIT Adapter für Spektrometer
- Software Fibreshape 5.0
- Schleif- und Poliergerät Struers
- Mobiles Keramikmikroskop, dnt, DigiMicro Mobile, 500-fach Zoom
- Thermokamera, Micro Epsilon TIM 450
- Flash-DSC, mettler toledo, STAR® System, inkl. Mikroskopeinheit

1.6 Fördergemeinschaft für das Institut für Fördertechnik und Kunststoffe (FKTU Chemnitz e.V.)

Die Fördergemeinschaft für das Institut für Fördertechnik und Kunststoffe an der Technischen Universität Chemnitz e.V. (FKTU e. V.) ist ein Interessenverband aus 18 Institutionen und Unternehmen zur Unterstützung der wissenschaftlichen Ausbildung in den Fachgebieten Förder- und Kunststofftechnik.

Gegründet wurde die FKTU im Jahr 1990 mit dem Ziel, Lehre und Forschung in der Kunststofftechnik an der TU Chemnitz, vor allem mit apparativer Ausstattung zu unterstützen. In den letzten Jahren hat die Problematik der Kunststoffanwendungen deutlich zugenommen und ist gleichrangig zur reinen Kunststoffverarbeitung gestellt. Daher erfolgte im Jahre 2011 eine Erweiterung des Kerngebietes der FKTU um fördertechnische Kunststoffanwendungen und somit die Ausdehnung auf das ganze Institut für Fördertechnik und Kunststoffe.

Themen und Aktivitäten:

- Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft
- Aktive Begleitung von Forschungs- und Entwicklungsthemen
- Konzeption und Organisation wissenschaftlicher Fachveranstaltungen
- Nachwuchsförderung für die Kunststoffbranche und die Fördertechnik
- Spendeneinwerbung für die Unterstützung der Berufsbildung und der Studentenhilfe

Im Mittelpunkt der Arbeit steht die Unterstützung von Forschung und Lehre in der Verarbeitungstechnik, Förder- und Kunststofftechnik, z. B. durch die Beschaffung von Geräte- und Rechentechnik, Literatur und die Kostenübernahme für Exkursionen.

Gemeinsam mit Partnern werden über die FKTU Chemnitz e. V. seit vielen Jahren wissenschaftliche Tagungen sowie weitere Veranstaltungen, z. B. zur Studentenwerbung organisiert. So haben sich die internationale Fachtagung Technomer, das Fachkolloquium InnoZug und das Fachkolloquium gkt Kunststoff-Gleitketten und Tribologie in der Fördertechnik als interdisziplinäre Treffpunkte für Fachleute unterschiedlicher Branchen etabliert.

Im Jahr 2021 wurden

- das ifk mit Literatur und Geschäftsbedarf unterstützt
- Spenden aus der Industrie eingeworben
- die Abrechnung für die Technomer 2021, die 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren übernommen

Die Fördergemeinschaft setzt sich folgendermaßen zusammen:

Vorstand:

- Vorsitzender: Herr Prof. Gehde (Kunststoffe)
- stellvertretender Vorsitzender Herr Prof. Golder (Fördertechnik)
- Schatzmeister: Frau Dr. Clauß (Kunststoffe)

Mitglieder:

- ARBURG GmbH + Co KG, Loßburg
- Dohle Extrusionstechnik GmbH, Ruppichteroth
- Dynisco GmbH, Heilbronn
- EUMA Kunststofftechnik GmbH, Flöha
- ifk, Institut für Fördertechnik und Kunststoffe der Technischen Universität Chemnitz
- Ingenieurbüro und Plastverarbeitung Quinger GmbH, Flöha
- Interessengemeinschaft Kunststoffrecyclinginitiative Sachsen e. V. (IG KURIS), Dresden
- IPLA & R-KT GmbH & Co.KG, Ransbach-Baumbach
- JoinTec Consulting, Ingenieurbüro Friedrich, Chemnitz
- HQM Tubes GmbH, Standort Zwickau
- Kunststoff-Zentrum in Leipzig gGmbH, Leipzig
- Leibniz Institut für Polymerforschung e. V., Dresden
- Oechsler AG, Ansbach
- Röchling Engineering Plastics KG, Röchling Sustaplast KG, Haren
- Telsonic GmbH, Erlangen
- Terbrack Kunststoff GmbH & Co. KG, Vreden
- Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoffforschung e.V., Rudolstadt
- Trelleborg Sealing Profiles Germany GmbH, Grossheubach

2 Leistungen und Ergebnisse im Bildungsprozess

2.1 Angebot der Lehrveranstaltungen

- **Verarbeitungstechnik (2/1/0) im WS**

Bachelorstudiengang	Dr.-Ing. Clauß
• Wirtschaftsingenieurwesen	Dr.-Ing. Illing-Günther (STFI)
Masterstudiengang	Dr.-Ing. Eichhorn
• Wirtschaftsingenieurwesen	Dipl.-Ing. Böttger

Die Lehrveranstaltung Verarbeitungstechnik vermittelt die verarbeitungstechnischen Grundlagen und Zusammenhänge, die sich aus den Wechselwirkungen zwischen Arbeitsorganen und Verarbeitungsgütern ergeben. Ausgehend von diesen Grundbeziehungen der Wirkpaarungstechnik werden die Arbeitsmethoden der Verfahrens- und Technologieentwicklung übermittelt. Es erfolgt eine Abgrenzung der Verarbeitungstechnik von weiterer Produktionstechnik. Von den Verarbeitungsgütern werden die spezifischen Eigenschaften vorgestellt. Ausgehend von einer Übersicht zu den Arbeitsverfahren in der Verarbeitungstechnik werden spezielle Arbeitsverfahren des Trennens von Stoffen und Stoffgemischen, des Formens sowie des Fügens erörtert. Hier werden neben den verfahrenstechnischen Grundlagen auch Anforderungen an die Gestaltung der Wirkpaarungen sowie an die Konstruktion der Verarbeitungsmaschinen abgeleitet. Die Übungen dienen der Vertiefung des Vorlesungsstoffes. Hierbei wird u. a. das Verhalten des Verarbeitungsgutes während des Verarbeitungsprozesses untersucht.

Generelles Ziel ist es, den Studierenden in die Lage zu versetzen, die Zusammenhänge zwischen Eigenschaften der nichtmetallischen Verarbeitungsgüter und deren speziellen Verarbeitungsverfahren zu erkennen. Damit erhält er einen Einblick in typische Bereiche der verarbeitenden Industrie wie z. B. die Druck- und Verpackungsindustrie, die Lebensmittel- und Textilindustrie, die Papier- und Kunststoffverarbeitung oder auch in die Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe.

- **Grundlagen der Kunststofftechnik (2/1/0) im WS**

Bachelorstudiengänge	Prof. Dr.-Ing. Gehde
• Maschinenbau	Dr.-Ing. Clauß
• Sports Engineering	Dipl.-Ing. Albrecht
• Automobilproduktion	
• Medical Engineering	
• Systems Engineering	
Diplomstudiengang Maschinenbau	

Die Vorlesung vermittelt eine Übersicht über die verschiedenen Verfahren der Aufbereitung und der Verarbeitung von Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren sowie zur Weiterverarbeitung von Kunststoffbauteilen mit verschiedenen Fügeverfahren. Hierzu werden Aufbau, Funktionsweise und die Wirkprinzipien der dazugehörigen Maschinen und Anlagen erläutert. Die Vorlesung beinhaltet ein Praktikum im Technikum Kunststoffverarbeitungstechnik zur Demonstration der Lehrinhalte.

• **Fördertechnik für die Automobilproduktion (2/1/0) im WS**

Bachelorstudiengang

Dr.-Ing. Sumpf

- Automobilproduktion

Der Studierende erhält einen Überblick über die Grundlagen fördertechnischer Prozesse von Stückgütern, insbesondere für das Gebiet des Automobilbaus. Es werden die Begriffe Verkehrs- und Transportlogistik, Materialfluss und Logistik erörtert.

Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über die Grundlagen fördertechnischer Prozesse von Stückgütern. Der Studierende lernt exemplarisch die Fördermittel kennen.

• **Konstruieren mit Kunststoffen (2/0/0) im WS**

Masterstudiengänge

Dr.-Ing. Clauß

- Automobilproduktion
- Maschinenbau
- Leichtbau

Die Lehrveranstaltung gibt einen umfassenden Überblick über das Konstruieren mit Kunststoffen. Sie behandelt die Kunststoffe als Konstruktionswerkstoffe, die Besonderheiten bei der Planung von Kunststoffanwendungen und der Kunststoffwahl. An speziellen Gestaltungselementen aus Kunststoffen, z. B. Schnappverbindingen oder Filmscharniere, werden die technischen und ökonomischen Vorteile von Kunststoff-Erzeugnissen dargestellt. Der Studierende ist somit in der Lage, anwendungs- und konstruktionsrelevante Kennwerte zur optimalen Ausnutzung des Werkstoffpotenzials zu beurteilen und auszuwählen, um Kunststoffkonstruktionen fertigungs- und anwendungsgerecht zu konstruieren und zu dimensionieren.

• **Prüfen von Kunststoffen (2/0/0) im WS**

Masterstudiengänge

Dr.-Ing. Clauß

- Maschinenbau
- Leichtbau

M. Sc. Schmeißer

Diplomstudiengang Maschinenbau

Die Auswahl geeigneter Systeme der Kunststoffprüftechnik, ihre Anwendung und ggf. Anpassung an bestimmte Prüfprobleme, die Auswertung von Ergebnissen der Kunststoffprüfung, die Einschätzung der Brauchbarkeit von Werkstoffkennwerten für die Werkstoffwahl sowie die Qualitätssicherung von Kunststofferzeugnissen erfordern neben der Kenntnis der Prüfverfahren die Beachtung der Zusammenhänge zwischen Stoff, Verarbeitung, Struktur und Eigenschaften. In der Vorlesung werden die theoretischen Lehrinhalte durch umfangreiche praktische Übungen und Vorführungen (z. B. Thermoanalyse, mechanische Prüftechnik, Mikroskopie und Kunststoffanalyse) ergänzt.

- **Prüfung von textilbasierten hochfesten Maschinenelementen der Fördertechnik (2/0/1) im WS**

Masterstudiengänge

Dr.-Ing. Müller

- Leichtbau
- MERGE
- Textile Strukturen und Technologien

Technische Textilien und textile Maschinenelemente bergen hinsichtlich Leichtbau großes Potential und tragen damit einen wesentlichen Teil zum Ressourcen schonenden Umgang mit Rohstoffen bei. Insbesondere mit einfacher Handhabung, Montage und Demontage können textile Maschinenelemente einen großen Beitrag zur Kosteneinsparung bei Entwicklung und Fertigung technischer Anlagen leisten. Für die Erweiterung ihres Anwendungsfeldes wird eine lückenlose Evaluierung wichtiger Eigenschaften wie Verschleißverhalten und maximal ertragbare Belastung gefordert, die durch umfangreiche Versuche Stück für Stück evaluiert werden müssen. Bei wissenschaftlichen Untersuchungen stellen Feldversuche einen kosten- sowie zeitintensiven wissenschaftlichen Aufwand dar und haben nach grundlegenden theoretischen Betrachtungen eine hohe Priorität bei der Ermittlung der Einsatz- grenzen solcher textilen Strukturen und Maschinenelemente. Unter Beachtung der Kriterien des Leichtbaus werden folgende Teilgebiete den Studierenden nähergebracht:

- Kenngrößen von textilen Fasern und Maschinenelemente
- Messgerätetechnik, Überwachung
- Vorschriften, Normen, Stand der Technik
- Auswertung bzw. Evaluierung

Durch die Vermittlung umfangreicher Kenntnisse zu den verschiedensten hochfesten Faserstoffen und -gruppen sowie deren mechanischen Eigenschaften werden Grundlagen für das Herausfinden neuer Einsatzfelder innerhalb des klassischen Maschinenbaus gelegt.

- **Spezialgebiete der Tribologie (2/1/0) im WS**

Masterstudiengang

Dr.-Ing. Kern

- Textile Strukturen und Technologien Dr.-Ing. Sumpf

In der Lehrveranstaltung werden die wichtigsten Grundlagen zu Reibung und Verschleiß an sich bewegenden Maschinenelementen vermittelt. Der Studierende lernt Methoden zur Reibungs- und Verschleißminderung sowie entsprechende Prüfmethoden kennen. Durch reibungs- oder verschleißmindernde Maßnahmen soll eine Erhöhung der Zuverlässigkeit von Maschinen und Bauteilen sowie die Senkung des Energie- und Materialaufwandes erreicht werden.

Schwerpunkte:

- Grundlagen zu Spezialgebieten der Tribologie im Maschinenbau
- Kraftschlüssige Umschlingungsgetriebe
- Verschleiß, Prüfmethodik und Schadensanalyse
- Stick-Slip-Reibung

Damit werden spezielle interdisziplinäre Kenntnisse im Bereich Reibung und Verschleiß erworben.

- **Spezialgebiete und Antriebssysteme in der Fördertechnik (2/0/1) im WS**

Masterstudiengänge	Prof. Dr.-Ing. Golder
• Maschinenbau	Dr.-Ing. Risch
• Systems Engineering	

Einen Schwerpunkt bilden die systematische Auswahl der Fördermittel und die Projektierung komplexer Fördersysteme. Schwerpunkte sind weiterhin: Flurfördermittel; Anschlagmittel und Hebezeuge; Fördereinrichtungen in der Montage- und Verpackungstechnik; Schüttgutlagerung; Kommissioniertechnik; Fördern von bahn- und bogenförmigen Materialien; Identifikationssysteme; Gestaltung von Zug- und Tragmitteln aus Kunststoffen; Dimensionierungsbeispiele.

Weiterhin werden die verschiedenen Antriebssysteme in der Fördertechnik (Antriebsarten und Antriebskonzepte) verglichen und Hinweise auf eine gezielte Auswahl sowie die optimale Antriebskonzeption gegeben. Speziell die elektrischen Antriebe werden vorrangig aus anwendungsspezifischen Gesichtspunkten vertieft. Insbesondere die Eigenarten in der Fördertechnik, welche in der Regel durch stark schwankenden Drehmomentenbedarf gekennzeichnet sind, werden hinsichtlich Antriebsgestaltung und Dimensionierungsmöglichkeiten betrachtet. Einen wesentlichen Gesichtspunkt bildet aber auch die konstruktive Gestaltung der Antriebsmittel sowie Hinweise zu Wartung, Pflege und Instandhaltung.

Das Praktikum dient der Vertiefung des Vorlesungsstoffes. Hierbei werden u. a. verschiedene Antriebssysteme analysiert und entsprechende Kennwerte erfasst.

Die Zielstellung der Lehrveranstaltung besteht darin, vertiefte Kenntnisse zur Anwendung der Fördertechnik in der Verarbeitungstechnik sowie im Allgemeinen Maschinenbau zu vermitteln und die Studierenden zu befähigen, für Maschinen der Fördertechnik auf den Anwendungsfall zugeschnittene Antriebe auszuwählen.

- **Dynamik von Verarbeitungsmaschinen (2/0/1) im WS**

Masterstudiengang	Prof. Dr.-Ing. Golder
• Textile Strukturen und Technologien	Dr.-Ing. Risch

Zur effizienten Herstellung textiler Maschinenelemente werden heutzutage High-Tech-Maschinen eingesetzt, die dynamisch und materialtechnisch bis an die Grenzen der physikalischen Möglichkeiten belastet werden. Diese Grenzbelastungen stellen seit jeher das Maß der Produktions- und Verarbeitungsgeschwindigkeit textiler Strukturen und damit auch textiler Maschinenelemente dar. Zu den kritischen Bau- und Funktionsgruppen gehören vor allem beschleunigte oder rotierende Massen, z.B. in Form von Spindeln, Flechtmechanismen oder Schusstraversen zur textilen Strukturbildung. Bewegte Massen führen zwangsweise zu Reaktionskräften und zu Schwingungen in den Verarbeitungsmaschinen, die stets die Grenzen der möglichen Produktions- oder Verarbeitungsgeschwindigkeit bilden.

Die Vermittlung anwendungsbezogener dynamischer Grundlagen textiler Produktions- und Verarbeitungsmaschinen bildet die Grundlage der konstruktiven Umsetzung innovativer Verarbeitungs-Maschinenkonzepte. Mittels anwendungsorientierter Simulationssoftware werden praxisnahe Modellierungen relevanter und dynamisch kritischer Betriebsszenarien erarbeitet

und erörtert. Dabei steht primär insbesondere die physikalische Abstraktion realer Sachverhalte nach dem Prinzip des Minimalmodells im Vordergrund.

Der Student soll im Rahmen der Vorlesungsreihe das Verständnis unterschiedlicher dynamischer Phänomene erlernen, die speziell in textilen Produktions- und Verarbeitungsmaschinen auftreten können. Die Lehrinhalte konzentrieren sich auf folgende Schwerpunkte:

- Verständnis relevanter mechanischer Sachverhalte
- Abstraktion und praxisorientierte Modellierung
- Anwendung und Umgang mit der Simulationssoftware
- Analyse der Berechnungsergebnisse
- Auswertung / Deutung und Optimierung der Modellierung

- ***Pneumatische und Schwingfördertechnik (1/1/0) im WS***

Masterstudiengänge

- Maschinenbau
- Systems Engineering

Prof. Dr.-Ing. Golder
Dr.-Ing. Risch

Gegenstand der Vorlesung Pneumatische und Schwingfördertechnik sind insbesondere spezielle Aspekte und Techniken der Förderung von Schüttgütern. Inhaltliche Schwerpunkte der Vorlesung sind Vakuumtheorie, Prinzipien der Vakuumförderung, Komponenten der Vakuumförderer, Anforderungen an das Fördergut, Vakumerzeuger, Dimensionierung von Vakuumpumpen sowie Zubehör und Ausrüstungen, Optimierung des Energiebedarfs, Gestaltung von Anwendungsbeispielen und Bestimmung von Anwendungsgrenzen unter Nutzung von Laborgeräten.

Des Weiteren werden die mechanischen Grundlagen der Schwingfördertechnik vermittelt. Einbezogen sind hier die verschiedenen Antriebs- und Lagersysteme sowie deren Dimensionierung. In die Vorlesung fließen neuste Methoden der Simulation mit ein. Auf die Anwendungen für Schütt- und Stückgüter kleiner Massen wird eingegangen. Gegenstand der Lehrveranstaltung ist auch die Auslegung und die Anwendung von Systemen der Vakuumtechnik für die Handhabung von verschiedenen Stückgütern.

In den Übungen wird anhand von Beispielen der Vorlesungsstoff vertieft. In konkreten Berechnungsbeispielen werden die theoretischen Grundlagen angewendet. Es werden Grundlagen für die pneumatische Förderung vermittelt und praktische Beispiele anhand von Laboruntersuchungen gezeigt.

- ***Aufbereitung und Organisation wissenschaftlicher Daten (0/1/0) im WS***

Masterstudiengang

- Textile Strukturen und Technologien

Dr.-Ing. Müller

Im Modul werden neben den wichtigsten Prinzipien statistischer Versuchsplanung Möglichkeiten zur Strukturierung, Visualisierung und Präsentation von wissenschaftlichen Daten gezeigt. Anhand praktischer Beispiele wird das systematische Vorgehen bei der Bearbeitung wissenschaftlicher Aufgabenstellungen und der Präsentation von Ergebnissen vermittelt.

Die Studierenden erwerben grundlegende methodische Kenntnisse zur Gewinnung, Auswertung und Präsentation wissenschaftlicher Daten. Dadurch werden sie in die Lage versetzt,

Versuchsreihen strategisch zu planen, zu optimieren und die Ergebnisse wissenschaftlich-technisch zu präsentieren.

• **Grundlagen der Förder- und Materialflusstechnik (3/1/0) im SS**

Bachelorstudiengänge

Prof. Dr.-Ing. Golder

- Maschinenbau
- Systems Engineering

Dr.-Ing. Sumpf

Masterstudiengänge

- Wirtschaftsingenieurwesen
- Textile Strukturen und Technologien

Im Modul Grundlagen der Förder- und Materialflusstechnik werden die Grundlagen der Materialfluss- und Förderprozesse von Stück- und Schüttgütern vermittelt. Dabei wird insbesondere auf Eigenschaften und Kennwerte der Fördergüter eingegangen. Die Bauweisen sowie die Einsatzgebiete von Stetig- und Unstetigförderern werden im Überblick dargestellt. Die Grundlagen der Dimensionierung sowie der konstruktiven Gestaltung von Band-, Ketten- und Zahnrämenförderern sowie Rollenbahnen und Schwingfördertechnik werden gelehrt. Auf dem Gebiet der Schüttgutfördertechnik werden darüber hinaus Becherwerke und Kratzerförderer vor gestellt. Wesentliche Basiselemente und Baugruppen der Fördertechnik werden hinsichtlich Bemessung und Gestaltung dargestellt. Die für die Fördertechnik spezifischen Grundlagen der Tribologie werden erörtert. Die Vorlesung beinhaltet weiterhin die Lagertechnik für Stück- und Schüttgüter. Die Vorlesung wird durch ausgewählte Praktika vertieft. Dabei werden die neuesten Ergebnisse aus der anwendungsbezogenen Forschung genutzt.

Diese Lehrveranstaltung vermittelt Grundlagenwissen fördertechnischer Prozesse von Stück- und Schüttgütern, insbesondere auf dem Gebiet des Allgemeinen Maschinenbaus. Der Studierende lernt exemplarisch die Fördermittel kennen.

• **Grundlagen der Tribologie (2/1/0) im SS**

Bachelorstudiengänge

Dr.-Ing. Sumpf

- Maschinenbau
- Automobilproduktion

Dr.-Ing. Kern

M. Eng. Finke

In dieser Lehrveranstaltung werden die Mittel und Methoden zur Reibungs- und Verschleißminderung an sich bewegenden Maschinenelementen vermittelt. Der Studierende lernt damit Wege und Möglichkeiten zur Erhöhung der Zuverlässigkeit von Maschinen und zur Senkung des Energie- und Materialaufwandes kennen und somit wird zum tribologischen Systemdenken befähigt.

Schwerpunkte:

- Reibung und Verschleiß im Maschinenbau
- Schmierstoffe, Werkstoffe für Reibstellen
- Schmierverfahren
- Reibpaarungen mit überwiegender Rollreibung
- Berechnung und konstruktive Gestaltung von Gleitpaarungen

- Berechnung und konstruktive Gestaltung von Wälzpaarungen
- Reibungsschwingungen
- tribotechnische Phänomene

- **Nichtmetallische Werkstoffe (2/1/0) im SS**

Lehramt Grundschule

Dr.-Ing. Clauß

Dr.-Ing. Eichhorn

Es werden grundlegende Kenntnisse zu den nichtmetallischen Werkstoffen Holz, Papier, Kunststoffe und Textilien vermittelt. Zu jedem Werkstoff werden in diesem Zusammenhang folgende Themengebiete behandelt und in entsprechenden Praktika vertieft:

- Rohstoffbasis und Verarbeitung zum Werkstoff
- Werkstoffeigenschaften und Bearbeitung, Halbzeuge
- Anwendungsgebiete
- Werkstoffprüfung
- Umweltaspekte

Die Studierenden erhalten Grundkenntnisse zu nichtmetallischen Werkstoffen und Anregungen für die Übertragbarkeit dieser Kenntnisse auf Lehrinhalte der Grundschule.

- **Werkstofftechnik der Kunststoffe (2/0/1) im SS**

Bachelorstudiengang

Dr.-Ing. Clauß

- Maschinenbau

M. Sc. Methe u.a.

Kunststoffe werden vollsynthetisch oder durch Umwandlung von Naturstoffen hergestellt. Aufgrund ihres variablen, chemischen Aufbaus, der beeinflussbaren physikalischen Struktur sowie durch Modifizierung und Kombination mit anderen Werkstoffen steht eine Werkstoffgruppe zur Verfügung, die ein großes Spektrum verarbeitungstechnischer und anwendungstechnischer Eigenschaften überdeckt. Kunststoffe zeichnen sich gegenüber anderen Werkstoffen durch vorteilhafte Gebrauchseigenschaften, kostengünstige und effektive Verarbeitungsmöglichkeiten, geringen Energiebedarf bei der Herstellung, Verarbeitung und Wiederverwendung sowie große Freizügigkeit bei den Gestaltungsmöglichkeiten der Erzeugnisse aus.

Die Vorlesung Werkstofftechnik der Kunststoffe vermittelt die wesentlichen Eigenschaften von Kunststoffen und beschreibt die Zusammenhänge zwischen Werkstoffverhalten, Molekülaufbau und Temperatur.

Schwerpunkte der Vorlesung sind:

- Reologie von Polymerschmelzen
- Aufheiz-/Abkühlvorgänge und damit verbundene Kristallisation- und Keimbildungsmechanismen
- Verformungsverhalten im festen Zustand
- Grundlagen der thermischen Analyse und energetische Betrachtungen

• **Komponentenfertigung mit Kunststoffen (2/1/0) im SS**

Masterstudiengänge

Prof. Dr.-Ing. Gehde

- Leichtbau

M. Sc. Heidrich u. a.

- Automobilproduktion

- Sports Engineering

- Textile Strukturen und Technologien

Diplomstudiengang Maschinenbau

Anhand komplexer Fallbeispiele werden Kunststoffanwendungen mit hohen Qualitätsanforderungen im Leichtbau vorgestellt. Für diese thermo-, duroplastischen, elastomeren und Mehrkomponenten-Kunststoffbauweisen werden der komplexe Entwicklungsgang einschließlich Auslegungsverfahren, Werkstoff-/ Halbzeugauswahl, Herstellung / Fertigung sowie Prüfung vertieft dargestellt und Potentiale für die Ausnutzung von Kunststoff-Werkstoffen aufgezeigt.

Aufbauend auf den Vorlesungen aus dem Bachelorstudium erhalten die Studierenden vertiefte Kenntnisse im Bereich der Auslegung, Herstellung und Prüfung von höher- und hochbelasteten Kunststoffbauteilen. Sie sind in der Lage, ihr Wissen auf analoge Anwendungsszenarien zu übertragen.

• **Verarbeitung kurzfaserverstärkter Kunststoffe (2/1/0) im SS**

Masterstudiengang

Prof. Dr.-Ing. Gehde

- Sports Engineering

M. Sc. Schmeißer

- Leichtbau

Diplomstudiengang Maschinenbau

Durch den Einsatz von Kurzfasern in polymeren Werkstoffen können die Bauteileigenschaften technischer Formteile signifikant erhöht werden. Schwerpunkte der Vorlesung sind hierbei die Vorstellung der für die Aufbereitung und Verarbeitung von kurzfaserverstärkten Polymeren üblichen Verfahren wie Granulieren, Spritzgießen, Pressen und Sonderverfahren, wobei ebenfalls die Möglichkeiten der Simulation solcher Verfahren demonstriert werden. Daneben werden theoretische Modelle zur Beschreibung des verarbeitungsinduzierten Faserorientierungszustandes sowie mechanische Modelle zur Beschreibung des Verstärkungseffektes im Bauteil vermittelt. Weitere Themenkomplexe der Vorlesung sind u. a. der anisotrope Effekt der Faser-verstärkung auf den Bauteilverzug sowie die Möglichkeiten der Eigenschaftsverbesserung mittels nanoskaliger Füllstoffe. Die Vorlesung beinhaltet ein Praktikum zur praktischen Demonstration der Lehrinhalte.

• **Kunststoff-Fügetechnik (2/0/1) im SS**

Masterstudiengänge	Prof. Dr.-Ing. Gehde
• Maschinenbau	Dr.-Ing. Brückner
• Leichtbau	

Die Vorlesung umfasst einen Überblick zu Fügeverfahren in der Kunststoffweiterverarbeitung, die Darstellung deren maschinentechnischer Umsetzung anhand von Beispielen aus dem Bereich Heizelement-, Vibrations- und Extrusionsschweißen sowie die Auslegung von fügerechten Bauteilen.

Weiterhin wird auf werkstoff- und herstellungsbedingte Einflüsse (aus den Urformverfahren) auf die Qualität der Fügeverbindung eingegangen und entsprechende Prüfmethoden vorgestellt. Ein Praktikum zu den o. g. Fügeverfahren sowie zur Prüftechnik ergänzt den Vorlesungsstoff.

• **Recycling von Kunststoffen und Gummi (2/0/0) im SS**

Masterstudiengänge	Dr.-Ing. Clauß
• Textile Strukturen und Technologien	
• Advanced Manufacturing	

Die Lehrveranstaltung vermittelt Grundkenntnisse über den Aufbau, die Zusammensetzung und die Verhaltensweisen von Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren einschließlich Fasern, die für Recyclingprobleme relevant sind. Neben einem Überblick über die Erzeugnisformen und Verarbeitungsverfahren der Kunststofftechnik werden die Recyclingkonzepte Produktrecycling, Werkstoffrecycling und Rohstoffrecycling sowie die thermische Verwertung von Kunststoffabfällen behandelt mit dem Ziel, stoffliche, technische und wirtschaftliche Aspekte zu verknüpfen. Ergänzend erfolgt eine Übersicht zu möglichen Recyclingprodukten und deren Verwendung.

Der Studierende verfügt über Kenntnisse zum grundlegenden Aufbau und zur Zusammensetzung von Kunststoff-, Gummi- und Textilprodukten und kann unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten Recyclingstrategien bewerten.

Er ist in der Lage, für die o. g. Produkte entsprechende Recyclingverfahren auszuwählen und anzuwenden sowie in Recyclingfragen beratend bei der Produktentwicklung mitzuarbeiten.

• **Polymerwerkstoffe (2/0/1) im SS**

Masterstudiengang Maschinenbau	Prof. Dr.-Ing. Gehde
Diplomstudiengang Maschinenbau	M. Sc. Heidrich u.a.

Entsprechend ihres thermisch-mechanischen Verhaltens werden die Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere unterschieden. Ihre verarbeitungs- und anwendungstechnischen Eigenschaften können außerdem durch vielfältige Möglichkeiten – z. B. durch Weichmachen, Schäumen, Füllen, Verstärken, Vernetzen, Blenden, Copolymerisieren usw. – modifiziert werden. Die Erzeugniseigenschaften hängen demzufolge nicht nur vom entsprechenden Kunststofftyp, sondern auch von den physikalischen Vorgängen und/oder chemischen Reaktionen bei der Verarbeitung ab. Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehungen werden erläutert und durch Experimente vertieft. Zudem erfolgt eine Vorstellung ausgewählter, spezieller

Kunststoff-Prüfverfahren.

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studenten in der Lage, das Werkstoffverhalten der Kunststoffhauptgruppen zu beschreiben, Möglichkeiten für die Modifizierung von Kunststoffeigenschaften zur optimalen Ausnutzung des Werkstoffpotentials aufzuzeigen und das Bauteilverhalten sowie Anwendungsbereiche abzuschätzen.

- **Technische Textilien (2/0/1) im SS**

Masterstudiengänge	Dr.-Ing. Illing-Günther (STFI)
• Maschinenbau	Prof. Dr.-Ing. Erth (Textilausrüstung Pfand GmbH)
• Systems Engineering	Dipl.-Ing. Berbig

Textile Werkstoffe gehören heute zu den High-Tech-Materialien, die in wachsendem Maße bei Produktinnovationen zum Einsatz kommen. Die Anwendungspalette reicht vom Airbag für das Auto, über textile Dichtungen und Filter in der Industrie, Faserverbundwerkstoffe z. B. für Sportgeräte und Flugzeuge bis zu Textilbeton, Geotextilien und auch textilen Implantaten in der Medizin sowie für hochbelastbare Zugträger für Zugmittel in der Antriebs- und Fördertechnik. In dieser Lehrveranstaltung werden die Herstellungsverfahren in Abhängigkeit der gewünschten Funktionalität sowie Anwendungsbeispiele vorgestellt.

Generelles Ziel des Moduls Technische Textilien ist es, den Studierenden die grundlegenden Eigenschaften der textilen Werkstoffe sowie die damit möglichen Produktinnovationen im technischen Bereich aufzuzeigen. Das werkstoff- und technologieorientierte Wissen ist für eine Vielzahl neuer Bereiche des Maschinen- und Fahrzeugbaus nutzbar.

- **Hochleistungsfasern und Verarbeitungstechnologien (2/0/1) im SS**

Masterstudiengang	Dr.-Ing. Müller
• Textile Strukturen und Technologien	

Neben herkömmlichen synthetischen Fasern wurde in den letzten Jahrzehnten eine ganze Reihe von Hochleistungsfasern entwickelt, deren spezielle Eigenschaften die Verwendung von textilen Werkstoffen für Maschinenelemente erst möglich machen. Vor allem zeichnen sich Hochleistungsfasern durch eine extreme mechanische und dynamische Festigkeit, Steifigkeit und Dehnbarkeit sowie Resistenz gegen äußere Einflüsse aus. Hochleistungsfasern werden vielseitig verwendet. Die Anwendungsfelder reichen von Leichtbaukonstruktionen aus Kunststoffen über Bau-, Architektur- und Geotextilien bis hin zu kraftübertragenden Maschinenelementen.

Durch den Erwerb umfangreicher Kenntnisse zu den verschiedensten hochfesten Faserstoffen und -gruppen sowie deren mechanischen Eigenschaften werden Grundlagen für das Heraufinden neuer Einsatzfelder innerhalb des klassischen Maschinenbaus gelegt. Daraus werden Anforderungen an die Fasern abgeleitet, welche durch gezielte Ver- und Bearbeitungsschritte realisiert werden können. Diese werden systematisiert und hinsichtlich ihres Einflusses auf die mechanischen Kennwerte bewertet. In Verbindung dazu werden vertiefende Kenntnisse über notwendige Anlagen und Prozesse erworben.

- **CAD in der Fördertechnik/CATIA (0/1/2) im SS**

Masterstudiengänge

Dipl.-Ing. Meynerts

- Systems Engineering
 - Textile Strukturen und Technologien

Vermittlung folgender Lehrinhalte in Form von Demonstrationsübungen:

- Systemüberblick, Benutzeroberfläche CATIA
 - Arbeiten im Mechanical Design mit folgenden Workbenches:
 - Erzeugen von 2D-Profilen (Sketcher)
 - Modellierung von Bauteilen (Part Design)
 - Zusammenbau von Bauteilen (Assembly Design)
 - DIN-gerechte Zeichnungserstellung (Drafting)

- **Sichere Mechatronische Systeme (2/1/0) im WS (deutsch) und SS (englisch)**

Masterstudiengang Maschinenbau

Prof. Dr.-Ing. Golder

Diplomstudiengang Maschinenbau

Die Lehrveranstaltung vermittelt vertiefendes Wissen über Sicherheitstechnik, insbesondere werden sicherheitstechnische Begriffe und deren Definitionen diskutiert und voneinander abgegrenzt. Neben der Einführung in relevante technische Regeln wird insbesondere deren Anwendung vermittelt, um Risiken identifizieren und bewerten zu können. Damit einhergehend wird die Quantifizierung von Sicherheit mit Hilfe mathematischer Modelle näher betrachtet. In diesem Zusammenhang setzt sich die Lehrveranstaltung auch mit den Großen Performance Level (PL) vs. Safety Integrity Level (SIL) und deren Bedeutung für die praktische Anwendung auseinander. Des Weiteren werden Sicherheitskonzepte und deren konstruktive Umsetzung erörtert sowie Sicherheitsfunktionen in der Mechatronik behandelt. Im Speziellen werden sichere Bussysteme, sichere Sensoren, sichere Aktoren und sichere Ansteuerungen diskutiert sowie eine Abgrenzung zwischen Sicherheitssystemen und Assistenzsystemen vorgenommen. Beispiele für sichere mechatronische Systeme aus den Bereichen Fördertechnik, Antriebstechnik, Regelungstechnik oder auch der Kommunikationstechnik veranschaulichen die o.g. sicherheitstechnischen Aspekte und zeigen konstruktive Umsetzungen zur integrierten Sicherheit im industriellen Umfeld auf.

- **Angebot weiterer fakultativer Lehrveranstaltungen**

- Hebe- und Aufzugtechnik (WS 2/0/0), Prof. Dr.-Ing. Vogel
 - Kunststofftechnisches Kolloquium (WS/SS, 1/0/0), Prof. Gehde (Veranstalter)

2.2 Exkursionen

Exkursion, Teilnehmer	Institution	Zeitraum
ASSEX: gemeinsame Exkursion der Mitarbeiter der Professur Kunststoffe und der Fakultät Maschinenbau FH Schmalkalden, wiss. Mitarbeiter der Professur Kunststoffe	DJH Berlin-International	08.-10.09.21

2.3 Diplomarbeiten / Masterarbeiten

Nr.	Student	Thema	Betreuer
1	Alhatemi, Hasan	Aufbau und Test eines Messplatzes zur Bestimmung der Durchstoßfestigkeit	Prof. Golder, Dr. Sumpf, Dr. Günther
2	Geistert, Max	Konzeption eines modularen Lastenaufnehmers in Holzbauweise	Dr. Eichhorn, Pennö.
3	Siekmann, Florian	Entwicklung eines automatischen Regalbedien-systems für ein Regallager zur Langgutlagerung	Prof. Golder, Schöneck
4	Stange, Karl	Untersuchungen zur Quersteifigkeit von Faserseilen	Dr. Kern, Dr. Müller

2.4 Bachelorarbeiten

Nr.	Student	Thema	Betreuer
1	Balling, Simon	Untersuchung des Schweißverhaltens von Polypropylen und Polyamid unter Warmgaserwärmung	Albrecht
2	Hurrelmann, Liese Lotte	Materialeigenschaften beim Recycling von Kunststoffförderketten	Prof. Golder, Dr. Sumpf, Bona
3	Liu, Bowen	Abbauverhalten und Recyclingfähigkeit von Kunststoff in Abhängigkeit der Viskosität	Hüllmann
4	Müller, Marius Matthias	Konzeption einer Kranbrücke in Holzbauweise	Prof. Golder, Kupey
5	Richter, Sophie	Wirkung von Antioxidantien beim Recycling von Polyethylen	Dr. Clauß
6	Russig, Dominik	Alterungsverhalten von PA 6- und PA 6-GF15-Recyclaten	Dr. Clauß
7	Schubert, Till	Ermittlung des Reibwertes in Abhängigkeit des Rückstellwinkels	Prof. Golder Bergmann
8	Witte, Sonja	Entwicklung einer Technologie zur Herstellung von Einweg-Geschirr auf Basis von Kakaoschalen	Dr. Clauß

2.5 Projektarbeiten / Fallstudien, Praktikumsberichte

Nr.	Student	Thema	Betreuer
1	Balling, Simon	Untersuchung des Erwärmverhaltens von Polypropylen unter Warmgaserwärmung	Albrecht
2	Geistert, Max	Knickversuche an Holzfurnierlagenverbundwerkstoffen	Patrick Kluge
3	Gramkow, Jonas	Ökodesign von polyamidbasierten Produkten	Lüdemann, Dr. Sumpf
4	Hagen, Christian	Konzipierung und Konstruktion einer platzsparenden Freilaufmöglichkeit für Getriebe	Penno
5	Hensel, Tina	Recycling von PA6- und PA6-GF15- Abfällen aus technischen Anwendungen	Dr. Clauß
6	Hoppe, Leon	Produktnachhaltigkeitsbewertung – Ziele und Gesetze, Klimaschutz und CO-2 Steuer	Lüdemann, Dr. Sumpf
7	Hurrelmann, Lieselotte	Entwicklung eines Dauerprüfstands für förder-technische Rollen	Dr. Dallinger
8	Jabs, Iren	Kunststoffrecycling - technische Möglichkeiten und Bewertung der Nachhaltigkeit	Lüdemann, Dr. Sumpf
9	Karge, Adrian	Nachhaltigkeit von Kunststoffen	Lüdemann, Dr. Sumpf
10	Köthe, Christoph	Verarbeitungsverhalten von Naturprodukten als Füllstoff in Einweg-Geschirr	Dr. Clauß
11	Sackarndt, Jonas	Charakterisierung des internationalen Stan-des der Technik & Herausarbeitung von erkennbaren Entwicklungstendenzen zu realen, quantifizierbaren Zielstellungen Naturfaser-verstärkter Kunststoffe	Hüllmann
12	Schmidt, Saskia	Pflichtpraktikum – Produktentwicklung von OP-Textilien bei der Paul Hartmann AG (mit Sperrvermerk)	Schmitt
13	Viriato, Lukas	Einsatz von Antioxidantien beim Recycling von Polyethylen	Dr. Clauß

2.6 Studienarbeiten

Nr.	Student	Thema	Betreuer
1	Bohn, Nico	Untersuchung von Warmgasschweißverbin-dungen an Polyamid 6.6	Albrecht

2.7 Betreuung von Gymnasiasten, Praktikanten und Gästen am Institut

Frau Antonia Lampke, September 2021 – Januar 2022: Unterstützung Lernleistung (BeLL)

Aufgrund der Pandemiesituation konnten keine weiteren Praktika am Institut durchgeführt werden.

3 Leistungen und Ergebnisse im Forschungsprozess

3.1 Überblick der Forschungsprojekte

Thema	Laufzeit	Fördermit-telgeber	Professur
Warmgasschweißen von Kunststoffen - Analyse der Wärme-übergangsmechanismen und Grenzen der Technologie	04/18 – 04/21	AiF-IGF	K
Analyse, Simulation und Verifikation des Formfüllverhaltens von hochgefüllten duroplastischen Formmassen in der Spritzgießverarbeitung	05/18 – 01/21	AiF-IGF	K
Energieeffizient gefertigte naturbasierte duroplastische Phenol-Hartschäume zur Reduktion von Endenergieverlusten im Hochbau und in technischen Anlagen (FoamSet)	12/16 – 03/21	BMBF	K
Repräsentative Untersuchungsstrategien für ein integratives Systemverständnis von spezifischen Einträgen von Kunststoffen in die Umwelt (RUSEKU)	04/18 – 09/21	BMBF	K
Entwicklung eines neuen Materialsystems für vollständig aus Sekundärrohstoffen gefertigte Spritzprägehalbschalen sowie stationärer Schweißtechnik zum Fügen der Halbschalen für eine Tankanwendung	10/19 – 06/22	ZIM-KF	
Numerische und experimentelle Untersuchungen zum Thermischen Nieten polymerer Werkstoffe	12/19 – 11/22	DFG	K
Entwicklung von Verfahren und Ausrüstungen zur industriellen Herstellung von primärstrukturadäquaten Bastfaser-Halbzeugen für Faserverbundwerkstoffe (NaFa-Tech – Hanfbast)	08/18 – 03/21	ZIM - Netzwerk, VDI/VDE	K
Entwicklung innovativer Verfahren zur spannungsfreien Herstellung amorpher Kunststoffteile mit langzeitstabiler, transparenter Fügeverbindung	03/19 – 08/21	ZIM-KF	K
Entwicklung eines spritzgießfähigen Werkstoffs und einer innovativen Verfahrenstechnologie zur Herstellung langzeitstabiler Schweißverbindungen für die Anwendung bei modular aufgebauten Leitungssystemen zum Flüssigkeitstransport	03/19 – 02/21	ZIM-KF	K
DuroHyb: Methoden und Technologieentwicklung zur Konzeption, Konstruktion, Herstellung und Prüfung von langzeitbetriebssicheren Metall-Duroplast-Verbunden in höchst beanspruchten Bauteilen	03/20 – 08/22	BMBF	K
Neue Prozeßroute zur effizienten Funktionalisierung von Kunststoffbauteilen mit elektrischen Schaltungen unter Verzicht auf Palladium (FuKus)	04/20 – 09/22	DBU	K
Einfluß von fasergehalt und Wandgleiten auf Formfüllverhalten und Prozeßsimulation beim Duroplast-Spritzguß	05/20 – 04/23	DFG	K
Verfahren zur Erzeugung hochwertiger PA6-Rezyklate	01/20 – 06/22	ZIM-KF	K / FTM

Thema	Laufzeit	Fördermit-telgeber	Professur
Ermüdungsverhalten von WPC-Bauteilen im Anwendungsfeld Fördertechnik	09/17 – 08/21	BMEL FNR	FMT
Entwicklung einer Welle und Magnetisiertechnologie für intelligente Linearführungen	07/18 – 01/22	ZIM - ZF	FTM
Ökologische Bewertung von tribologisch beanspruchten Kunststoffbauteilen (Ketten)	08/18 – 04/21	Röchling Stiftung	FTM
„Düngerad“ / „UpSIS“ Ressourcenschonendes und effizientes Düngen durch punktuelle Bodeninjektion	09/18 – 06/22	BMEL Landwirtschaftliche Rentenbank	FTM
Holzbasierte Werkstoffe im Maschinenbau (HoMaba): Berechnungskonzepte, Kennwertanforderungen, Kennwertermittlung	11/18 – 04/22	BMEL FNR	FTM
Textilstrukturen zur Kraftübertragung	12/18 – 11/21	ZIM - ZF	FTM
Vereinzelerprüfstand Teil 3	01/20 – 01/22	Industrie	FTM
Rotationssymmetrischer Zahnrämen	07/19 – 10/21	Industrie	FTM
Direktantrieb für Koaxialventile	08/20 – 12/21	Industrie	FTM
Begutachtung Kettenförderersystem	11/20 – 04/21	Industrie	FTM
Prüfung von Förderketten vs. Gleitbahnen und Fördergüter	10/21 – 02/22	Industrie	FTM
Reibungs- und Verschleißtests von Gleitbahnen vs. Ketten- und Produktmaterialien	10/21 – 02/22	Industrie	FTM
Prüfung von Rundgeflechten für Industriekrane	02/21 – 03/22	Industrie	FTM
Traktionsrollenprüfung V2	03/21 – 12/21	Industrie	FTM
Traktionsrollenprüfung V3	11/21 – 12/21	Industrie	FTM
Lastenaufnehmer	04/21 – 12/21	Industrie	FTM
Zustandsüberwachung in Kettenförderersystemen (ZuKeF)	09/19 - 08/22	Förderbank SAB	FTM
Dachsicherheit - SchneeBeSys – Schnee- Beräumsystem für Flachdächer	10/19 – 06/22	ZIM - Netzwerk, VDI/VDE	FTM

Thema	Laufzeit	Fördermit-telgeber	Professur
Entwicklung eines spiralgeflochtenen Seils aus hochfesten Kunststofffasern für den Einsatz in fördertechnischen Anlagen - HoSpi	10/19 – 10/21	ZIM - ZF	FTM
Innovativer Gerüstboden in Leichtbauweise (IGeL)	10/19 – 12/21	ZIM - ZF	FTM
Nanoskalige Modifizierung von Holzwerkstoffen für technische Anwendungen im Maschinenbau (WVC NaNO)	10/19 – 05/22	ZIM - ZF	FTM
Entwicklung eines schubkurbelgetriebenen Vibrationsgleitförderers mit elliptischer Schwingbewegung	10/19 – 11/21	ZIM - ZF	FTM
Technologieentwicklung für die vollautomatisierte Herstellung hochfester endlosgelegter Rundschlingen - SlingMat	11/19 – 04/22	ZIM - ZF	FTM
RotaWeldTest – Entwicklung eines vollautomatisch rotierenden Schweiß- und Prüfprozesses für Flansche aus der Hochspannungstechnik	11/19 – 04/22	ZIM - ZF	FTM
Fördersystem mit Kunststoffketten auf Basis recycelter Kunststoffe (Kettrec)	11/19 – 04/22	ZIM - ZF	FTM
SensRoll – Sensorik in Rollen für die Intralogistik und Schüttgutfördertechnik	12/19 – 05/22	ZIM - ZF	FTM
iFLEX - integrative Fertigungsverfahren für dynamisch belastete Schmaltextilien	01/20 – 06/22	ZIM - ZF	FTM
Verfahren zur Erzeugung hochwertiger PA6-Rezyklate	01/20 – 06/22	ZIM - ZF	FTM, K
FIRE - Funktionsintegrierte Rollenführung für Personenaufzüge höchster Komfortansprüche	04/20 – 07/21	ZIM - ZF	FTM
Elektrodynamisches Antriebssystem für biegeschlaffe Zugmittel	04/20 – 06/22	ZIM - ZF	FTM
FÜKOMP_hybrid - LockTherm / Entwicklung, Simulation, Auslegung und Prüfung der Endverbindung	04/20 – 09/22	ZIM - Netzwerk, VDI/VDE	FTM
EcoPE - innovatives Herstellungsverfahren von hochwertigen PE-UHMW Halbzeugen aus post-consumer Abfällen	04/20 – 03/22	ZIM - ZF	FTM
SevPEU – Neuartiges Verfahren zur Schneckenextrusion von PE-UHMW, Entwicklung einer Abzugsvorrichtung und Analyse der Verfahrensprodukte	06/20 – 05/22	ZIM - ZF	FTM
Inline-Imprägnierverfahren für Dochtgeflechte (InDoc); Methodische Entwicklung, Erprobung und Validierung der Prozesstechnik für ein Inline-Beschichtungsverfahren in der Dachtherstellung	07/20 – 12/22	ZIM - ZF	FTM
SeMoLift - Sensorielles Monitoring von Aufzugsseilen; Sensorkomponentenentwicklung	07/20 – 12/22	ZIM - ZF	FTM
Krananlagen in Holzbauweise	10/20 – 05/22	BMEF FNR	FTM

Thema	Laufzeit	Fördermit-telgeber	Professur
LÖST – Leichte ökologische smarte Transportsysteme	09/21 – 04/22	Förderbank SAB	FTM
MARs - Multiaxiale Antriebseinheit für Resonanzschwing-förderer	04/21 – 03/23	ZIM - KP	FTM
Elevolution	06/21 – 05/23	FF Zukunft Bau	FTM

K...Kunststoffe

FTM... Förder- und Materialflusstechnik

3.2 Abgeschlossene Forschungsvorhaben in 2021 (Auswahl)

3.2.1 Analyse, Simulation und Verifikation des Formfüllverhaltens von hochgefüllten duroplastischen Formmassen in der Spritzgießverarbeitung- DuroSim -

Bearbeitungszeitraum: 05/2018 – 01/2021

Fördermittelgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie – Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF)

Autor: Professur Kunststoffe: Nils Schmeißer, M.Sc.

Partner: SKZ – KFE gGmbH Würzburg

Anlass für das Forschungsvorhaben

Duroplaste besitzen neben hervorragenden mechanischen, thermischen, elektrischen und chemischen Werkstoffeigenschaften, großes Potenzial hinsichtlich einer ressourcen- und energieeffizienten Herstellung und Verarbeitung. Um dieses Potenzial vollständig ausschöpfen zu können, sind umfassende Material- und Prozesskenntnisse sowie die Möglichkeit der Simulation des Formfüll- und Strukturbildungsverhaltens nötig. Zum derzeitigen Stand ist dieses Wissen in Bezug auf den Duroplastspritzguss nur in eingeschränktem Maße vorhanden. Durch die Kooperation des SKZ und der TU Chemnitz werden Wissen und Erfahrungen hinsichtlich der Simulation von Spritzgussprozessen und der Werkstoffverarbeitung und –charakterisierung duroplastischer Formmassen zur Umsetzung des vorliegenden Forschungsvorhabens vereint.

Problemstellung

Formfüll- und Struktursimulation bilden ein wichtiges Instrument zur Fehlererkennung und -vermeidung bei der Entwicklung und Auslegung neuer, spritzgegossener Bauteile aus Kunststoffen. Derzeit treten dabei allerdings zum Teil große Diskrepanzen zwischen Simulationsergebnis und Realität bei Duroplasten auf. Ursachen sind zum einen eine aufgrund der komplexen Vernetzungsmechanismen erschwerte Materialdatenermittlung und zum anderen die im Werkzeug auftretenden Strömungsformen (Block-Scherströmungen / Quellströmungen / Ausbildung eines unverdichteten Bereichs) welche bislang nur bedingt mathematisch beschrieben werden können.

Zielsetzung

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Charakterisierung des Werkstoffverhaltens im Spritzguss von Duroplasten sowie die Verifizierung der ermittelten Materialdaten einschließlich der Optimierung der Randbedingungen für die Simulation. Korrekte Simulationsberechnungen ermöglichen von der Planung bis zur Herstellung des eigentlichen Bauteils die schnelle Optimie-

rung des Produktionsprozesses mit wenigen Iterationsschleifen und führen somit zu Kosten-einsparungen.

- Reduzierung von Kosten bei der Auslegung des Spritzgießwerkzeuges
- Reduzierung des Anpassungsaufwandes in der Werkzeuggbemusterungsphase
- Reduzierung von Materialausschuss
- Einsparungen durch Verringerung des Nachbearbeitungsaufwandes
- Einsparungen durch energie- und ressourcenschonende Verarbeitung

Damit soll das Forschungsprojekt zur industriellen Etablierung des Verfahrens und zum vermehrten Einsatz beitragen und die wirtschaftlichen, energetischen und ökologischen Vorteile der Prozess-Materialkombination nutzbar machen. Durch das gewonnene Know-how wird Unternehmen die Entwicklung neuer und innovativer Duroplastprodukte ermöglicht. Dies kann zu einer Erweiterung der Produktpalette führen, neue Absatzmärkte erschließen und somit die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens signifikant steigern.

Gewonnene Erkenntnisse

Die im Rahmen des Forschungsvorhabens gewonnenen Ergebnisse sind zur besseren Übersicht in die beiden Themenbereiche „Materialdatenermittlung“ und „Simulation des Spritzgießprozesses“ aufgegliedert. Abschließend ist ein Ausblick über den weiteren Forschungsbedarf hinsichtlich der Simulation von duroplastischen Formmassen angeführt, um sich den aktuellen Stand der Technik der thermoplastischen Werkstoffe anzunähern.

Wissenschaftliche Datenermittlung

Eines der zentralen Themen des vorliegenden Forschungsprojektes bildete die Materialcharakterisierung duroplastischen Formmassen. In Absprache mit dem projektbegleitenden Ausschuss wurden die epoxidharzbasierten Formmassen EP3585 SMT, EP3585 SMW und EP3681 EZE der Fa. Raschig sowie die phenolharzbasierten Formmassen PF1110 und PF6680 der Fa. Hexion als geeignete Untersuchungsmaterialien gewählt. Diese bildeten aufgrund der unterschiedlichen Harzbasis sowie des unterschiedlichen Füllstoffgehaltes ein breites Spektrum in Bezug auf Reaktivität und Fließfähigkeit ab. Im Rahmen des Projektes entstand ein umfassender Versuchsplan zur Ermittlung der zum Erstellen einer Materialkarte benötigten Materialkennwerte. Auf Basis des Cross-Castro-Macosko-Modell (Viskositätsmodell) und das Kamal-Sourour-Modell (Vernetzungsmodell) wurden diese Daten gefügt und eine Materialkarte übertragen. Ein solche entstand für alle im Projekt untersuchten Materialien.

Während der Materialanalysen wurde deutlich, dass die Qualität der gewonnenen Daten maßgeblich durch die vorliegende Vernetzungsreaktion beeinflusst wird. Die der Vernetzung der Phenolharze zu Grunde liegende Kondensationsreaktion und die damit einhergehende Entstehung niedermolekularer Reaktionsprodukte, führt insbesondere während Messungen mittels DSC und Platte-Platte Rheometer zur Beeinträchtigung der gewonnenen Ergebnisse. Im Vergleich mit, durch eine Polyaddition und ohne Entstehung von Reaktionsprodukten vernetzenden, Epoxidharzen äußert sich dies durch eine verringerte Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Diese Messunsicherheiten besitzen damit einen direkten Einfluss auf die Vorhersagequalität der Simulation.

Der Vergleich der Formmassen EP3585 SMT und EP3585 SMW zeigt, dass sich die verwendeten Verfahren zur Charakterisierung der Viskosität nur bedingt eignen, um geringe Unterschiede in der Fließfähigkeit ausfindig zu machen. Das laut Herstellerangaben leicht unterschiedliche Fließverhalten konnten mittels Platte-Platte Rheometer nicht nachgewiesen werden, obwohl dies laut vergleichender Brabenderanalyse nachweislich vorlag.

Zusammenfassend können mit den derzeit verwendeten laboranalytischen Messverfahren keine anwendungsnahen Prüfparameter umgesetzt werden, was weiterhin zu Diskrepanzen

zwischen den gemessenen und den tatsächlich im Projekt auftretenden Materialverhalten führen wird. Dies macht weiterführende Forschungen zu Verfahren der Materialcharakterisierung duroplastischer Formmassen nötig.

Simulation des Spritzgießprozesses

Für die Validierung der Simulation standen im Rahmen des Forschungsvorhabens drei Bauteile bzw. Werkzeuge zur Verfügung: die Fließspirale, der Vorspritzling mit Nebenkavität sowie der Stecker der Zündspule. Alle drei Bauteile wurden mit duroplastischen Formmassen aus den gleichen Materialchargen hergestellt, an denen auch die Datenermittlung erfolgte, um materialbedingte Einflüsse weitgehend zu vermeiden.

Die Erkenntnisse, die bei der Simulation der relativ einfachen Geometrie der Fließspirale gewonnen werden konnten, bestätigten sich größtenteils auch bei der Simulation der komplexeren Zündspule. Hier erfolgte ebenfalls die systematische Variation der Randbedingungen sowie die Modifizierung der Materialdaten, um deren Einfluss auf die Simulationsergebnisse zu validieren.

Im Vordergrund der Forschungsarbeiten stand die Verifikation des Formfüllverhaltens duroplastischer Formmassen einschließlich der resultierenden Faserorientierung für die Vorhersage der lokalen mechanischen Eigenschaften. Darüber hinaus wurden auch die Ergebnisse von Druck, Temperatur und des Vernetzungsgrades betrachtet, da diese Größen Einfluss auf die Viskosität und damit auf die Fließfähigkeit des Materials haben. Zudem wirken sie sich stark auf die Spannungen im Bauteil während der Aushärtephase aus.



Abbildung 1: Vergleich der Füllstudie mit der Simulation für Epoxy 3585 SMT

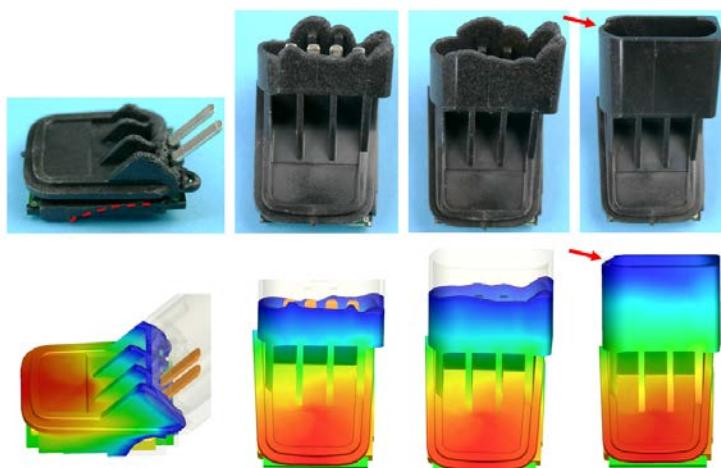


Abbildung 2: Vergleich des realen Füllverlaufs des Steckers mit der Simulation für Epoxidur EZE 3681

Für die Simulationen kam im Rahmen der Forschungsarbeiten ausschließlich die Software Moldex3D zum Einsatz, da diese nach Meinung der Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses vielversprechende Ergebnisse liefern kann. Der technische Stand hinsichtlich der Spritzgussimulation von Duroplastformmassen war bei alternativen Programmen wie Autodesk Moldflow, Sigmasoft oder Cadmould zum Zeitpunkt des Projektstarts höchstens gleich oder weniger weit entwickelt als bei Moldex3D.

Der für Duroplaste typische unverdichtete Bereich an der Schmelzefront, der je nach Formmasse unterschiedlich stark ausgeprägt ist, kann derzeit nicht in der Simulation abgebildet werden. Gerade an Fließhindernissen bzw. am Fließwegende, an denen sich das unverdichtete Material aufstauen kann, besteht somit die Gefahr, dass signifikante Abweichungen zwischen Simulation und Praxis entstehen können. Dies trifft im Besonderen auf Formmassen zu, bei den der unverdichtete Bereich sehr stark ausgeprägt ist.

Trotzdem lassen sich folgende Erkenntnisse aus den durchgeführten Berechnungen festhalten, die zu einer besseren Vorhersagequalität der Simulation beitragen können:

- Die Simulation des Formfüllverhaltens mit den gemessenen Materialdaten stimmte wesentlich besser mit der Realität überein als mit einem Thermoplast als Ersatzwerkstoff. So konnte z. B. beim Vorspritzling der Bereich, in dem die Schmelzfronten aufeinandertreffen, mit den gemessenen Materialdaten sehr gut ermittelt werden, während beim Thermoplast deutlich Abweichungen erkennbar waren. Dies ist besonders für die Vorhersage von Bindenähte bei den Duroplasten wichtig, da an den Positionen entsprechend Entlüftungsmöglichkeiten platziert sein müssen. Auch Freistrahleffekte lassen sich mit den gemessenen Materialdaten etwas besser abbilden.
- Die Berücksichtigung der Vorvernetzung des Materials im Zylinder ist wichtig für die Abbildung der realen Druckverhältnisse in der Simulation. So stimmte der Verlauf des Werkzeuginnendrucks bei der Simulation der Fließspirale durch die Anpassung des Vorvernetzungsgrad sehr gut mit der Realität in der Füllphase überein.
- Die Schnecken für die Duroplastverarbeitung besitzen keine Rückstromsperrre, sodass das Material im Zylinder teilweise zurückfließen kann. Demzufolge stimmen die in der Maschinensteuerung eingestellten Volumenströme des Einspritzprofils nicht mit den tatsächlichen überein. Da der Materialrückfluss in der Simulation nicht berücksichtigt werden kann, lassen sich die Einstellwerte der Maschine nicht eins-zu-eins in die Simulationseinstellungen übernehmen. In der Simulation würden dann zu hohe Werte für den Volumenstrom angenommen. Es empfiehlt sich stattdessen, das Einspritzprofil hinsichtlich der Einspritzzeiten anzupassen.
- Wie schon bei der Fließspirale erläutert, ist die Temperatur im Formteil und im Werkzeug speziell bei Duroplasten von großer Bedeutung, da sie sich deutlich auf die Viskosität, Druck und die Vernetzung auswirkt. Daher ist es zu empfehlen, die Werkzeugheizung in die Simulation miteinzubeziehen, um die lokalen Temperaturen im Werkzeug zu berechnen.
- Die Faserorientierung lässt sich bei den duroplastischen Materialien schwierig ermitteln, da sie zumeist einen hohen Füllstoffanteil enthalten. Diese können zudem die Ausrichtung der Fasern beeinträchtigen. In der Simulationssoftware kann der Anwender keine Faser-Füllstoff-Gemische vorgeben, sondern lediglich den Faseranteil in Gewichtsprozent. Im Besonderen bei geringen Faseranteilen und hohen Füllstoffanteilen kann die Angabe des geringen Fasergehalts in der Simulation zu Abweichungen in der resultierenden Faserorientierung führen, da der Einfluss der Füllstoffe nicht berücksichtigt wird. Der wichtigste Parameter mit dem größten Einfluss auf die berechnete Faserorientierung ist der Faserinteraktionskoeffizient C_i . Je höher der C_i -Wert, desto mehr behindern sich die Fasern gegenseitig in der Strömung und desto diffuser ist die Faserlage im Bauteil. Gegebenenfalls kann durch Anpassung des C_i -Wertes eine bessere Übereinstimmung mit der Realität erzielt werden.
- Für die eingesetzten Materialien wurden keine PVT-Daten ermittelt, da sie für die Simulation des Formfüllverhaltens nicht zwangsläufig notwendig sind. Die Software Moldex3D betrachtet dadurch die Formmasse als inkompressibles Medium mit konstanter Dichte. Die Inkompressibilität bei der Berechnung führt in der Simulation zu kurzen, sehr hohen Druckspitzen in der Kavität. Um den Einfluss der Kompressibilität zu beurteilen, wurden von einer Epoxidharzformmasse aus der Datenbank die PVT-Daten

übernommen. Mit PVT-Daten traten die Druckspitzen nicht mehr auf, jedoch entstanden Druckschwankungen in der Kavität während der Nachdruckphase, die den vorgegebenen Nachdruck übersteigen. Auf das Füllverhalten war der Einfluss der PVT-Daten bei den simulierten Bauteilen allerdings gering.

Ausblick

Die Simulation des Formfüllverhaltens von Spritzgießwerkzeugen mit einer Kavität liefert relativ gute Ergebnisse bei Epoxidharzformmassen. Bei Phenolharzen entstehen bei der Vernetzung Reaktionsnebenprodukte, die den Prozess beeinflussen. Dieser Einfluss sowie folgende weitere Einflüsse können derzeit durch mathematische Modelle nicht berücksichtigt werden:

- Unverdichteter Bereich an der Fließfront
- Aufstaueffekte an Fließweghindernissen und am Fließwegende
- Dichteänderung durch chemische Reaktion

Weitere Probleme treten derzeit nach Aussage von Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses auch bei der Simulation von Mehrfachkavitäten mit verzweigten Angusssystemen auf. Hier ist es schwierig, die Druckverluste im Verteilersystem richtig vorherzusagen. In der Praxis wird meist nur eine Kavität simuliert, um die Entlüftungspositionen festzulegen.

Des Weiteren sind die Simulationsprogramme nicht in der Lage, die Block-Scherströmung mit dem unverdichteten Bereich richtig abzubilden. Da sich die Fasern in der Blockströmung nicht ausrichten, wirkt sich dies deutlich auf die berechnete Faserorientierung aus. Um auf den gleichen technischen Stand wie bei den Thermoplasten zu gelangen, wäre es wünschenswert, die Faserorientierung möglichst genau vorherzusagen. Dies würde die integrative Simulation – die Koppelung der rheologischen mit der strukturmechanischen Simulation – auch für Duroplaste ermöglichen. Hier existiert weiterer Forschungsbedarf in enger Zusammenarbeit mit den Softwareherstellern, um dies auch für Duroplaste zu realisieren.

3.2.2 Entwicklung von Verfahren und Ausrüstungen zur industriellen Herstellung von primärstrukturadäquaten Bastfaser-Halbzeugen für Faserverbundwerkstoffe

Bearbeitungszeitraum: 08/2018 – 04/2021

Fördermittelgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie – VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Autor: Professur Kunststoffe: André Hüllmann, M.Sc.

Partner: Pinkert Machines UG, Hohenstein-Ernstthal

Motivation

Die Natur gilt auf Grund ihrer evolutiv-selektiven Arbeitsweise bereits lange und unumstritten als Meisterin der Langzeitoptimierung bezüglich effizienter Ressourcennutzung und kann in vielen ingenieurwissenschaftlichen Bereichen als Abstraktionsvorbild gesehen werden [1]. Die Berücksichtigung des biologischen Prinzips, durch lastgerechte Materialanordnung in der Mikrostruktur ein dichteoptimales Leistungsspektrum der werkstofflichen Makrostruktur zu erreichen, macht bspw. den Faser-Verbund-Leichtbau so erfolgreich. Die moderne Technik orientiert sich hier an nachwachsenden pflanzlichen Rohstoffen und begegnet so den steigenden Anforderungen an die Ressourceneffizienz neuer Werkstoffe sowie den stetig zunehmenden Forderungen nach mehr Leistungsfähigkeit bei gleichzeitig konstanter bzw. sinkender Bauteilmasse [2]. Die so entstehenden Faser-Verbund-Materialien weisen hervorragende Werkstoffeigenschaften, bspw. hohe Steifigkeit bei geringem Gewicht, auf und können zur Erreichung des Hauptziels moderner Werkstoffentwicklung – der Reduktion der Materialdichte bei konstanter Leistungsfähigkeit – beitragen [3] [4]. Der Ansatz dieses Projektes ist daher, durch lastgerechte Anordnung von endlosgefügten Baststrukturen unter Vermeidung des aufwendi-

gen Faseraufschlusses eine Nutzung primärstrukturadäquater Hanfpflanzenteile für Anwendungen im Bereich der Hochleistungs-composite zu erschließen. Hier ergibt sich eine Bandbreite verschiedener verfahrenstechnischer Ausrichtungen und vollständig neue Wertschöpfungsansätze für den Verstärkungsrohstoff Hanf. Unter Berücksichtigung von marktspezifischen Anforderungen erscheint eine Umsetzung wettbewerbsfähiger, serientauglicher Halbzeuge vielversprechend und realisierbar.

Durchführung

Das Forschungsvorhaben untergliederte sich in folgende technologische Hauptzielsetzungen:

- Entwicklung einer kleintechnischen Versuchsanlage zur Aufbereitung von Hanfstängeln zu Bastfaser-Halbzeugen für Faserverbundwerkstoffe
- Neuentwicklung einer automatisierten Prozesskette zur Vereinzelung, sensorbasierten Sortierung, hydrothermalen Konditionierung sowie Feuchtisolierung der Basisstängel
- Entwicklung und Anpassung einer serientauglichen Fertigungsstrategie zum endlosfügen von Hanfbaststreifen, wie z.B. durch Ultraschall-Schweißen, Kleben, etc.
- Entwicklung und Bewertung (mechanische Eigenschaften, Umformvermögen) eines Verfahrens zum Thermopressen von Hanfbastelementen zu flächigen DU-Halbzeugen
- Bewertung des Potentials von Mikro-Hanfbast-Schnitzeln als Verstärkungsstoff in der formgebenden Kunststoffverarbeitung (z.B. Spritzguss, Pultrusion)

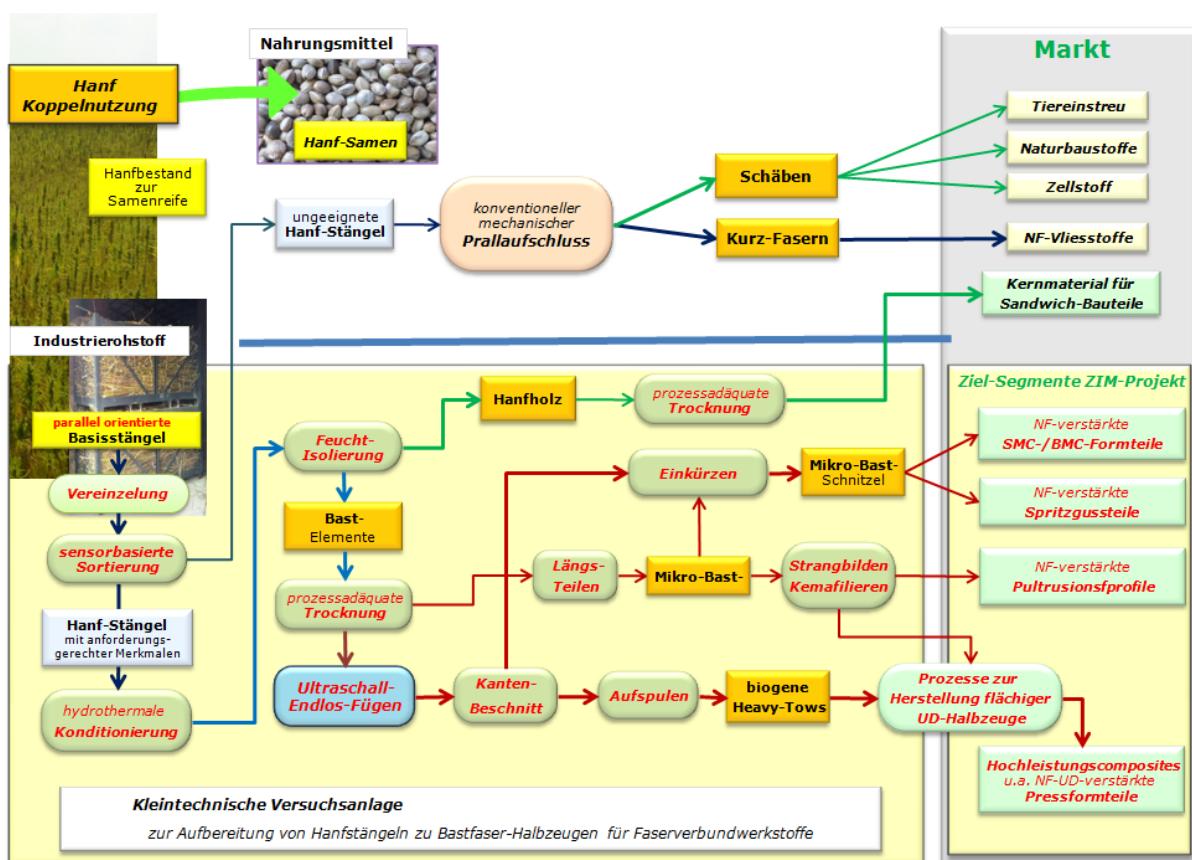


Abbildung 3: Wertschöpfungskette des Forschungsprojektes zur Hanfverarbeitung

Ausgewählte Ergebnisse

Endlosfügen der Hanfbastelemente zu Hanfbast-DU-Halbzeugen

Die Voruntersuchungen an der TU Chemnitz, welche mittels Ultraschallschweißen zum Entstehen einer Verbindung zwischen den Hanfbastelementen geführt haben sollten im Projekt eingehender untersucht, optimiert und analysiert werden. Zum Zeitpunkt der Antragstellung war der Mechanismus des Entstehens der Fügeverbindung unbekannt. Es wurde vermutet, dass dieser Bindungsmechanismus möglicherweise auf Lignin beruht, welches wie die Hemicellulose, Pentosan und Pektin als natürlicher Bestandteil im Hanfbast bzw. den Zwischenlamellen enthalten ist. Ein alternativer Ansatz bestand darin, dass die durch den Schweißvorgang initiierte Reaktion von Hemicellulose und Pektin dar, welche im Vergleich zu Ligninen deutlich aktiver auf Temperatureinflüsse reagieren. Dabei würden als Reaktionsprodukte Furfurale auftreten, die schnell vernetzen und z.B. in Reaktivharzen zum Einsatz kommen. Die Fügestellen der Hanfbastelemente, welche ohne Fügezusatz geschweißt wurden, sind mittels dynamischer Differenzkalorimetrie (DSC) und thermogravimetrischer Analyse (TGA) sowie IR-Spektroskopie untersucht wurden. Die IR-Spektroskopie zeigt dabei das Vorkommen von Banden die für Furfurale sprechen, allerdings sind diese Banden ebenfalls beim nativen Hanfbast zu finden. Die weiterführenden Analysemethoden sowie deren Auswertung haben gezeigt, dass es sich bei der Substanz in der Fügeebene lediglich um eine Mischung aus verschiedenen thermisch geschädigten Stoffen handelt. Auch wenn das anvisierte Ziel der Fügeverbindung lediglich im Transport und Handling der Hanfbaststreifen zu weiteren Verarbeitungsschritten lag, ist eine technisch sichere und reproduzierbare Fügeverbindung mit „Abbrand“ nicht angemessen. Daher wurde im weiteren Verlauf des Projektes das Augenmerk auf der Erzeugung einer belastbaren und evidenten Fügeverbindung gelegt. Daher ist es notwendig für den Fügeprozess einen Zusatzstoff zwischen die Hanfbaststreifen einzubringen. Hierbei zeigt sich als vorteilhaft, eine Kunststoffschicht mittels 3D-Druck auf die HBS aufzudrucken. Mittels CAD-Programm wird ein einfaches Rechteckmodell mit einer Länge von 20 mm und einer Breite von 8 mm erstellt, welches in ein Softwareprogramm für 3D Druck geladen wird.

Mikroskopie der Fügezone zwischen den Hanfbastelementen

In Abbildung 4 wird deutlich, dass erst durch den Fügeprozess eine Verbindung zwischen PLA und den Hanfbaststreifen hergestellt wird. Der Kunststoff gelangt in die Zwischenräume der Faserbündel, die teilweise bei den Hanfbaststreifen an der Oberfläche entstehen. Durch das Aufspleißen des Hanfbaststreifens und dem damit verbundenen Auflösen des Querverbundes kann der Kunststoff besser zwischen die einzelnen Faserbündel gelangen und diese umhüllen. Bei den Hanfbaststreifen, welche nicht aufgesplissen wurden, bietet der Hanfbast eine Fläche an, mit der sich der Kunststoff verbinden kann.

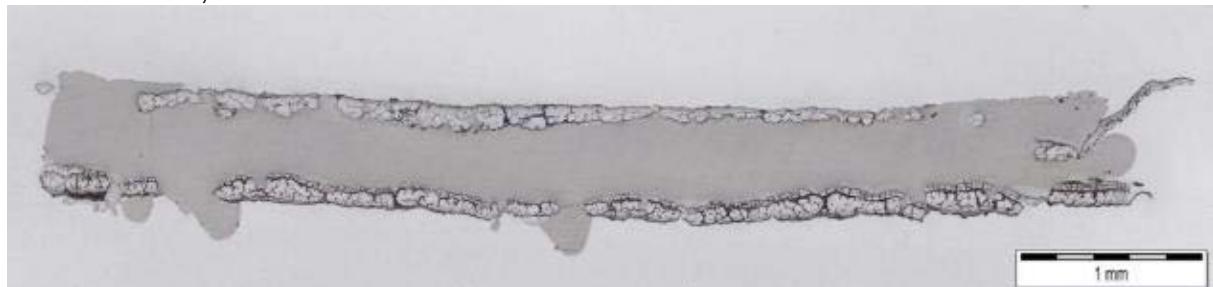


Abbildung 4: Hanfbaststreifen bedruckt mit PLA und geschweißt mittels US; Im Querschnitt betrachtet

Umformverhalten der flächigen Hanfbast-Organobleche

Für die Bewertung der Einsatzignung wurde ein halbschalisches Bauteil erzeugt, welches sich im weiteren Verlauf dazu eignet zu einem Hohlkörper geschweißt zu werden. Dazu wurde das Organoblech zunächst in eine Infrarot-Erwärmstrecke eingelegt, um im Abstand von ca. 50 mm vom Rand jeweils zwei schmale Bereiche von etwa 20 mm für die Umformung der Seitenteile zu erwärmen. Dazu wurden kurzwellige Quarzglasstrahler genutzt sowie eine

Blende zur Fokussierung der Strahlung auf den Umformbereich. Nach der Erwärmzeit wurde das Organoblech in eine Hydraulikpresse mit einem seitlichen Klappmechanismus eingelegt, wobei die Seitenteile ca. 90 Grad umgeformt werden konnten. Nach der Halte- und Kühlzeit konnte die fertige Halbschale entnommen werden, siehe dazu Abbildung 5. Diese Halbschalen bestehen aus ca. 30% Hanfbast, was somit zu einer bedeutenden Reduzierung des Rohölbedarfs bei der Herstellung führt. Weiterhin steigert der in Belastungsrichtung ausgerichteten Hanfbast die Zugfestigkeit sowie den Biegemodul stark. Als Matrixwerkstoff wurde PE-LD (Polyethylen niedriger Dichte) verwendet, welches im Ausgangszustand eine Zugfestigkeit von ca. 10 MPa und einen E-Modul von ca. 200 MPa aufweist. Im Werkstoffverbund konnte dagegen eine durchschnittliche Zugfestigkeit von 40,5 MPa sowie ein Maximalwert von 59,7 MPa erreicht werden. Dies hängt stark davon ab, wie akkurat die Baststreifen gelegt und eingebettet wurden. Im Grundsatz konnte die mittlere Festigkeit dennoch um ca. 400 % sowie die maximal erreichbare um fast 600 % gesteigert werden. Im Hinblick auf den E-Modul waren noch höhere Steigerungen möglich. Der E-Modul des Matrixmaterials liegt bei ca. 200 MPa wohingegen der durchschnittliche Modul auf 5010 MPa gesteigert werden konnte. Dies entspricht einer durchschnittlichen Steigerung des E-Moduls um etwa 2500 %.



Abbildung 5: Umgeformtes Hanfbastsheet zu Halbschale

3.2.3 RUSEKU - Repräsentative Untersuchungsstrategien für ein integratives Systemverständnis von spezifischen Einträgen von Kunststoffen in die Umwelt

Bearbeitungszeitraum:	07/2018 – 09/2021
Koordinator:	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Autor:	Professur Kunststoffe: Marco Schmitt, M.Sc.
Partnerinstitutionen:	Umweltbundesamt Fraunhofer-Center für Silizium- Photovoltaik Technische Universität Kaiserslautern Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft Technische Universität München Technische Universität Berlin SmartMembranes GmbH Kreuzinger und Manhart Turbulenz GmbH Umwelt – Geräte – Technik GmbH PlasticsEurope Deutschland e.V. Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. GKD - Gebr. Kufferath AG Westfalia Separator Group GmbH Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Assoziierte Partner:	

Motivation:

Die TU Chemnitz war im Projekt dafür verantwortlich realitätsnahe Modellmikroplastik herzustellen. Hierfür wurden drei anlagen Konzepte ausgearbeitet und umgesetzt. Die erzeugten Partikel wurden anschließend Analysiert und Mechanismen zur Alterung untersucht.

Anlagenkonzept

Die Generierung von Modellpartikeln in MP-Dimensionen wurde in drei Typen eingeteilt. Bei der Herstellung dieser Partikel bedarf es daher drei unterschiedlicher Anlagenkonzepte. Jede Anlage ist auf einen Typ von Mikroplastik zugeschnitten. Es handelt sich dabei um Partikel in Form von Folien, Fasern und unregelmäßigen gummielastischen Partikeln.

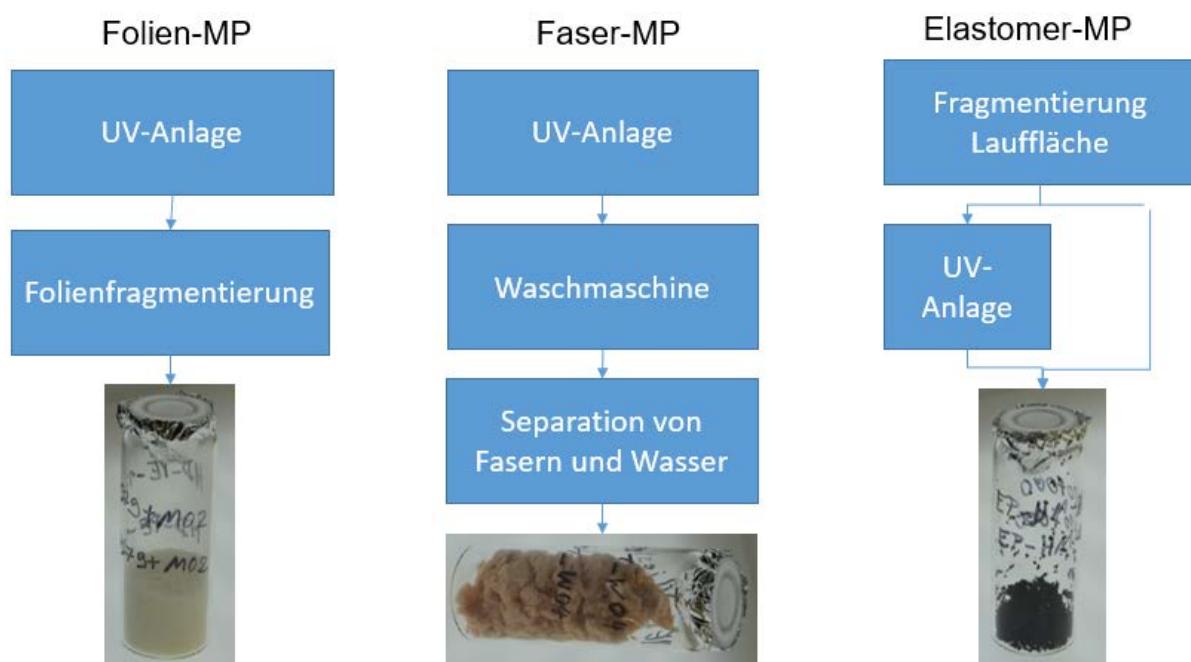


Abb.1: Schematische Darstellung des Herstellungsablaufs

In Abbildung 1 ist der schematische Ablauf zur Herstellung der Partikel dargestellt. Hierbei werden die Ausgangsmaterialien für die Folien-MP und Faser-MP zuerst mittels einer speziell entwickelten UV-Bestrahlungsanlage behandelt und anschließend in den ebenso für dieses Projekt entwickelten Anlagen, natürlich fragmentiert. Bei den Elastomerpartikeln wurde erst eine Warmvermahlung von luftgefüllten Elastomerzylindern durchgeführt und anschließend wurden diese teilweise in der UV-Anlage gealtert.

Die UV-Bestrahlungsanlage besteht aus einem verspiegelten Gehäuse, in welches vier UV-B Lampen der Firma Herbert Waldmann GmbH & Co. KG eingelassen sind (Abbildung 2). Die Abwärme der Lampen wird mittels einer Kühlung der Zwischenwand realisiert. So entsteht keine Zugluft und die Temperatur in der Anlage verläuft in einem Gradienten von unten nach oben zwischen 40 °C und 50°C. Dies ermöglicht das Aufhängen der Folien zur optimalen Bestrahlung, ohne dass diese in der UV-Anlage mechanisch belastet werden. Der Bestrahlungsraum, mit einer Größe von 1800 x 500 x 700 mm³, ermöglicht es große Mengen zu bestrahlen.



Abb. 2: Links: UV-Anlage offen und eingeschaltet Rechts: UV-Anlage offen und mit Folie bestückt

Die verbauten UV-Lampen wurden nach Ihrer Strahlungsverteilung ausgesucht. Ihr Hauptemissionsbereich hat Wellenlängen, die zu einem maximalen Abbau der zu alternden Kunststoffe führt^{1,2}. Diese ist Abbildung 3 zu entnehmen.

Eine Abschätzung zum Übertrag, der in der Anlage bestrahlten Folien, zu in der Natur bestrahlten Folien kann mittels des Verhältnisses der Leistung der Anlage zu allgemeinen Wetterdaten erfolgen. Hierzu wird von der elektrischen Leistung der UV-Lampen (gesamt 400W) geschätzt ein Drittel Wärmeverlust abgezogen, sowie der vom Hersteller angegebene Hauptemissionsbereich in Höhe von 75% berücksichtigt. Daraus folgt eine wirksame Bestrahlung von 201 Wh/m². Die Wetterdaten für Frankfurt am Main, Deutschland³ geben eine gemittelte Globalstrahlung von 1087 kWh/m² pro Jahr, gemittelt aus den Jahren 1981-2010 und 2012-2014. Davon entfallen 7% auf den UV-B Bereich⁴. Somit entspricht dies einer Strahlung von

¹ N.N.: Spektralkennlinien von UV21 Lampen. Internetdokument, online verfügbar unter:
<https://www.waldmann.com/waldmann-media/file/ff8081813ba8cf63013ba908af18076a.de.0/>
medizinische_lampen_uv21.pdf, zuletzt geprüft 22.12.2021

² Ehrenstein, G., Pongratz, S.: *Beständigkeit von Kunststoffen*. Band 1, 1. Auflage München: Hanser 2007

³ N.N.: Globalstrahlungskarten, Mittlere Monats- und Jahressummen. Internetdokument, online verfügbar unter:
https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/1strahlungskarten_mi.html, zuletzt geprüft 10.07.2019.

⁴ N.N.: Die Globalstrahlung. Internetdokument, online verfügbar unter:
<https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/globalstrahlung.html>, zuletzt geprüft 22.12.2021.

8,68 Wh/m². Im Verhältnis zueinander entspricht dies ca. 1:23.

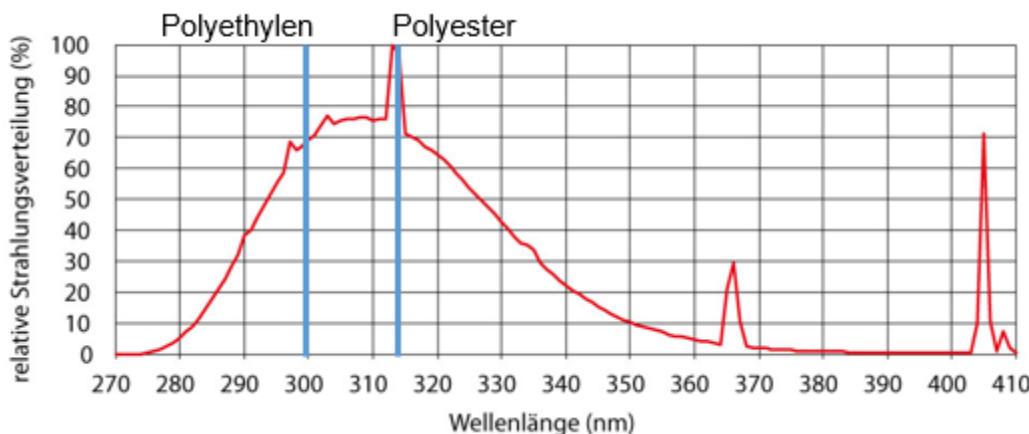


Abb. 3: Relative Strahlungsverteilung der verwendeten UV-Lampen¹ mit eingetragener Lichtwellenlänge, die zu max. Abbau von verschiedenen Kunststoffen führen²

Die gealterten Folien wurden im Anschluss an die Bestrahlung in die in Abb. 4 dargestellte Folienfragmentierungsanlage gegeben. Diese nutzt das Prinzip einer natürlichen Bewegung der Folien in einem Luftstrom. Weiterhin ist die Anlage mit einer Anti-Elektrostatikeinheit ausgestattet, welche Aufladungen der Folie verhindert. Ohne diese Einrichtung würde sich die Folie durch die Bewegung und Reibung aneinander, sowie mit ihrer Umgebung elektrostatisch aufladen, was die Bildung von Agglomeraten begünstigen würde und zu einer Anlagerung von Folienfragmenten an die Wandung der Anlage führen könnte. Sobald die Folienstücke eine bestimmte Größe erlangt haben, werden diese in einen Mikroplastikabscheider geleitet und so aus der Anlage herausbefördert.

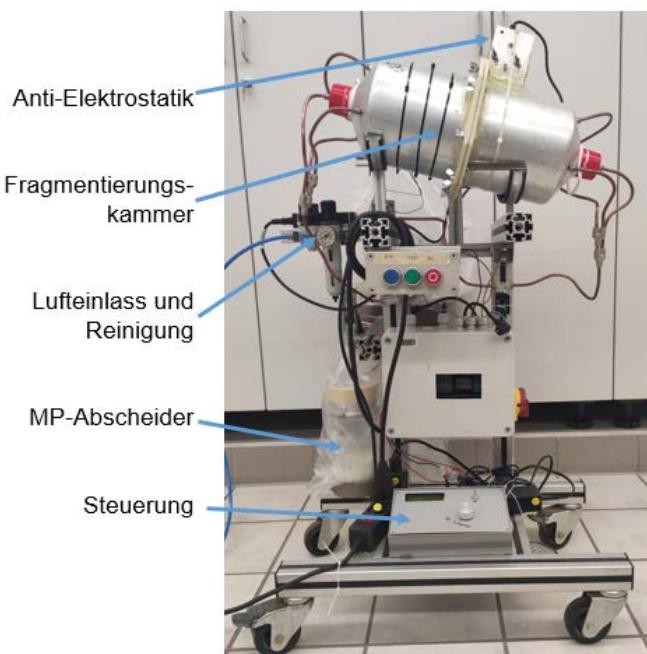


Abb. 4: Aufbau Folienfragmentierungsanlage

Zur Herstellung von Fasern in Mikroplastikdimension, wurde eine handelsübliche Waschmaschine eingesetzt. Dieses Verfahren stellt die Beanspruchung einer natürlichen Waschroutine zur Herstellung von Modellpartikeln ideal dar. Die Waschmaschine wird mit in der UV-Anlage gealtertem Vliesstoff (Polyester) bestückt. Als Waschprogramm kommt dabei ein 70 min Pro-

gramm zum Einsatz mit max. 1400 min^{-1} und max. 40°C Wassertemperatur. Vorversuche haben ergeben, dass der Einsatz von Waschmitteln bei stark gealtertem Vliesstoff zu keinem merklichen Einfluss auf den Faseraustrag führt. Um die MP-Fasern keiner Verunreinigung auszusetzen wurde daher auf Waschmittel verzichtet. Nach jedem Waschgang wurde der Vliesstoff im Ofen bei 50°C über 24h getrocknet.

In Abbildung 5 ist der Aufbau des Faserauswaschungssystems abgebildet. Der Ablauf der Waschmaschine wird hierbei in einen Edelstahlpufferspeicher geleitet. Mittels eines Drosselventils ergießt sich das Waschwasser über ein $50 \mu\text{m}$ Sieb zur Trennung von Fasern und Wasser.

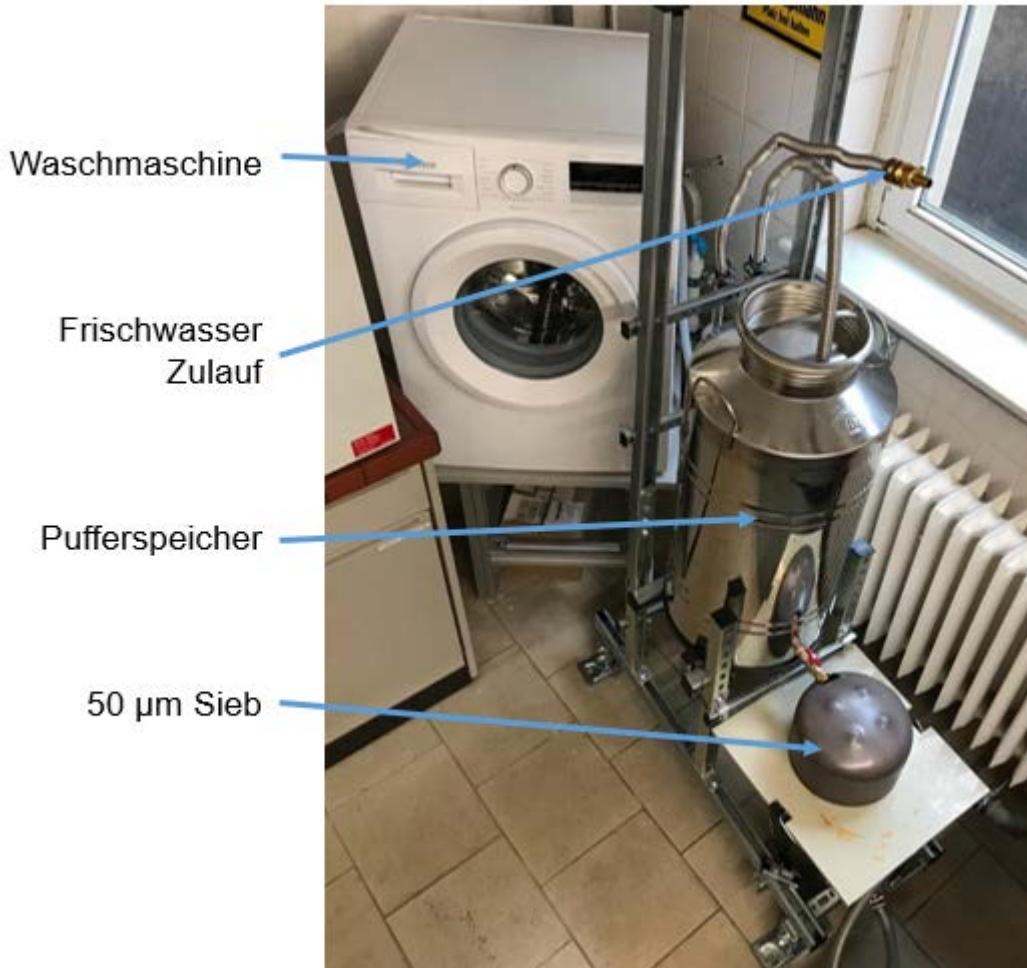


Abb. 5: Aufbau Folienfragmentierungsanlage

Die Elastomerpartikelerzeugung ist in Abbildung 6 dargestellt. Hierbei wird eine Warmvermahlung der Lauffläche eines Reifens vorgenommen. Eine Abrasivfläche ist dabei orthogonal zur Reifenoberfläche ausgerichtet und befindet sich in einer Drehbewegung mit einer Drehzahl von 30 min^{-1} . Diese Bewegung führt dazu, dass sich der Reifen um die eigene Achse mit $5,5 \text{ min}^{-1}$ dreht. Somit ist eine gleichmäßige Abrasion der Lauffläche des Reifens gewährleistet. Die so entstehenden Partikel werden gesammelt und können anschließend in der UV-Anlage bestrahlt werden.

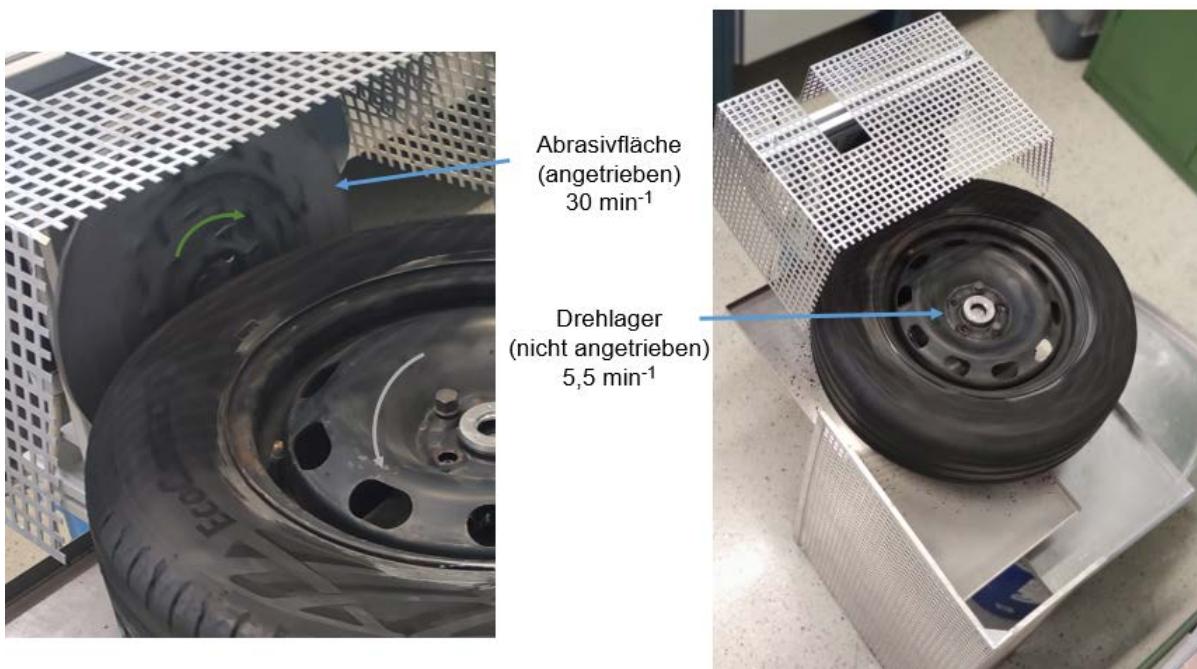


Abb. 6: Aufbau Folienfragmentierungsanlage

Beschreibung der Partikeleigenschaften

Die Ausgangsmaterialien für die unterschiedlichen Typen sind High Density Polyethylen Blasfolie (Hostalen GD 9550 F) mit einer Dicke von 30 µm (HD-PE-17579), Polyester Vliesstoff in Ballenware (PET-Vlies) nicht umsäumt, Winterreifen (Kumho WP51 Wintercraft) in der Größe 195/65R15 91T (EP-WM) und Sommerreifen (Continental Eco Contact 6) in der Größe 195/65R15 H (EP-HM). In Tabelle 1 sind die in der Projektlaufzeit entstandenen Referenzrohmaterialien aufgeführt.

Tabelle 1: Erzeugte Mikroplastikpartikel

Form	Bezeichnung	UV-Alterung	Entspricht realer Alterung	Masse
Folienpartikel	HD-PE-17579+M02	1736,9 h	4,6 a	39,7 g
	HD-PE-17579+M03	1911,7 h	5,1 a	42,1 g
Fasern	PET-Vlies+001_W01	838,8 h	2,2 a	3,8 g
	PET-Vlies+001_W02	838,8 h	2,2 a	4,6 g
	PET-Vlies+001_W03	838,8 h	2,2 a	3,5 g
	PET-Vlies+001_W04	838,8 h	2,2 a	3 g
	PET-Vlies+001_W05	838,8 h	2,2 a	2,5 g
	PET-Vlies+001_W06	838,8 h	2,2 a	2 g
	PET-Vlies+001_W07	838,8 h	2,2 a	1,8 g
Elastomerpartikel	EP-HM-0820+000	0 h	0 h	195 g
	EP-WM-2420+000	0 h	0 h	202 g

Zur Charakterisierung der Partikel wurden die Messverfahren FTIR von Thermo Fisher Scientific „Nicolet iS10“, Dynamische Differentialkalorimetrie (DSC) von TA Instruments „Q2000“, Ubbelode Viscometer von SI Analytics „AVS 370“, Dichtebestimmung mittels Pyknometer mit

Temperatur Kompensation, zur Partikelgrößenverteilung ein „Helos (H3893“ mit Trockendispersierung „Rodos/L, R5“ von Sympatec, Dynamisch Mechanische Analyse (DMA) von TA Instruments „Q800“ und diversen Präzisionswaagen von Sartorius eingesetzt.

Zur Einordnung der Folienalterung wurde außerdem eine Versuchsreihe mit sechs Proben und einer korrelierten Alterung zwischen 0 und 30 Jahren untersucht.

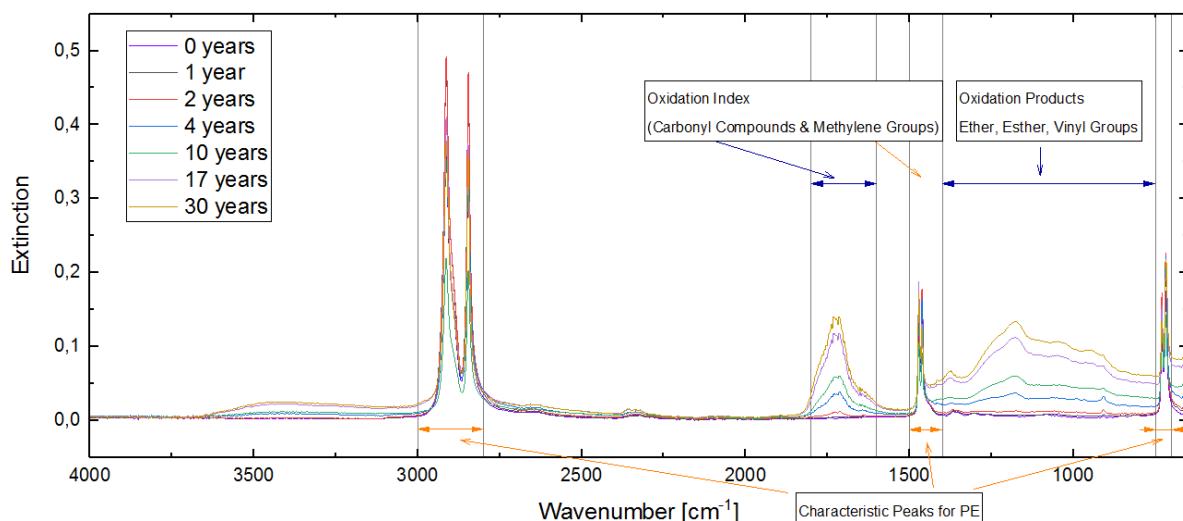


Abb. 7: Ergebnisse der FTIR Analyse von gealterter HD-PE Folie

In Abbildung 7 sind die Ergebnisse der FTIR Analyse dargestellt. Hierbei befinden sich die charakteristischen Peaks der Wellenzahlen für Polyethylen zwischen 3000 – 2800 (vCH₃, vCH₂), 750 – 700 (rocking Schwingung) und deren Methylengruppe bei 1550 - 1420. Im Wellenzahlbereich zwischen 1800 - 1650 befinden sich die Carbonylgruppen. Aus den Methylen und Carbonylgruppen lässt sich der Carbonylindex (CI) wie folgt berechnen⁴⁵:

$$CI = \frac{A_{1650-1800\text{cm}^{-1}}}{A_{1420-1550\text{cm}^{-1}}}$$

In Abbildung 8 ist der CI über die UV-Bestrahlung dargestellt. Es ist zu erkennen, dass dieser mit anhaltender Bestrahlung zunimmt und sich einer Sättigung annähert. Dies ist in Übereinstimmung mit der endlich verlaufenden Oxidationsreaktion vereinbar.

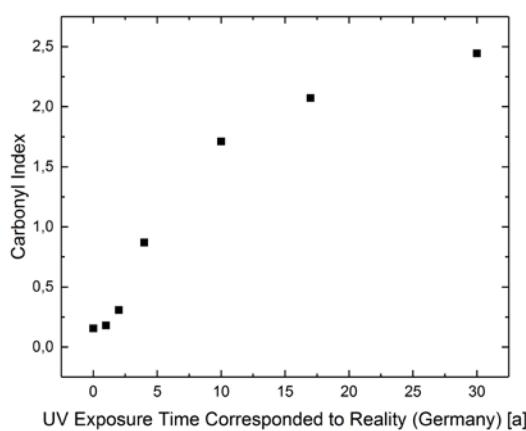


Abb. 8: Ergebnisse des Carbonylindex der HD-PE Folie

Die Ergebnisse der DSC Messungen sind in Abbildung 9 präsentiert. Im linken Diagramm ist

die Kristallinität und im rechten Diagramm die Schmelzenthalpie, sowie die Schmelztemperatur über die UV-Bestrahlung angegeben. Die Kristallinität wurde mittels Teilung der Enthalpieänderung des ersten Aufheizvorgangs durch die Schmelzenthalpie von 100% kristallinem Material bei Gleichgewichtstemperatur (293 J/g) berechnet². Das Diagramm zeigt einen Kristallinitätsanstieg innerhalb der ersten fünf Jahre und eine Abnahme der Kristallinität in den darauffolgenden. Somit kann mittels der Kristallinität nicht der Alterungszustand als Alleinkriterium dienen. Die Bestimmung der Schmelzenthalpie und dessen Schmelztemperatur im rechten Diagramm wurde im 2. Aufheizvorgang bestimmt. Dieser wird dazu verwendet spezifische Materialeigenschaften zu charakterisieren. Die Schmelzenthalpie ändert sich innerhalb der ersten fünf Jahre kaum, um dann stetig abzunehmen. Hingegen nimmt die Schmelztemperatur über den gesamten Zeitraum hin ab. Daher ist dieser Parameter der DSC Analyse geeignet, um die Alterung von HD-PE im Vergleich zu nicht gealtertem Material zu bestimmen.

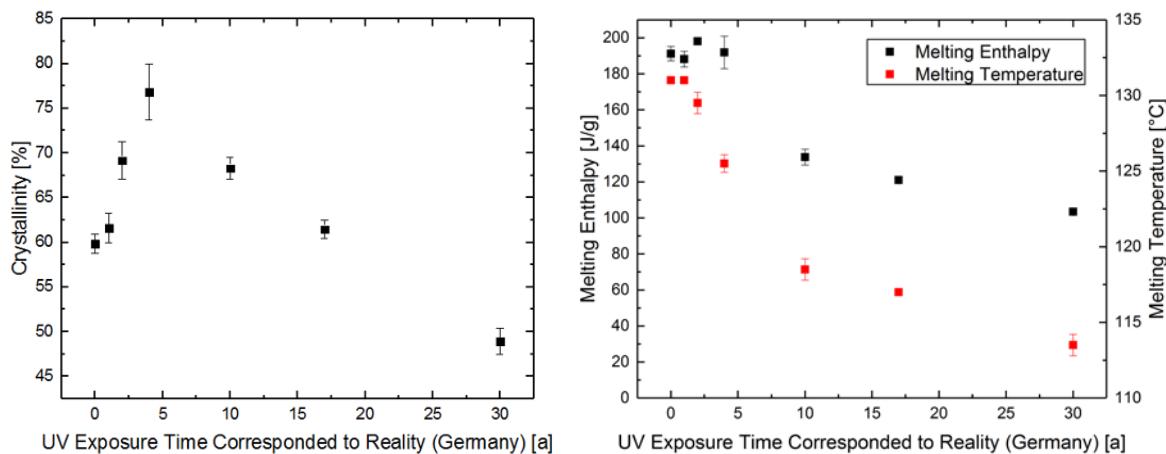


Abb. 9: Ergebnisse der DSC Analyse der HD-PE Folie, Links: Kristallinität, Rechts: Schmelzenthalpie und Schmelztemperatur

Die Ergebnisse der Viskositätszahl-Messung (VZ) sind in Abbildung 10 links dargestellt. Es ist eine Abnahme der VZ bis 10 Jahre Bestrahlung ersichtlich. Die Abnahme der Viskositätszahl bedeutet eine Abnahme des durchschnittlichen Molekulargewichts. Dies wiederum deutet auf eine Kürzung der Molekülkettenlänge hin. Die nach den 10 Jahren Bestrahlung wieder ansteigende VZ ist mit dem Auftreten von Vernetzungen bei anhaltender Bestrahlung zu erklären.

Die in Abbildung 10 rechts dargestellte Dichte wurde mittels Pyknometer mit Temperatur-Kompensation durchgeführt. Trotz der Ungenauigkeiten dieses Messaufbaus ist eine Zunahme der Dichte mit anhaltender Bestrahlungsdauer zu erkennen. Diese Zunahme ist in Übereinstimmung mit den DSC und VZ Daten.

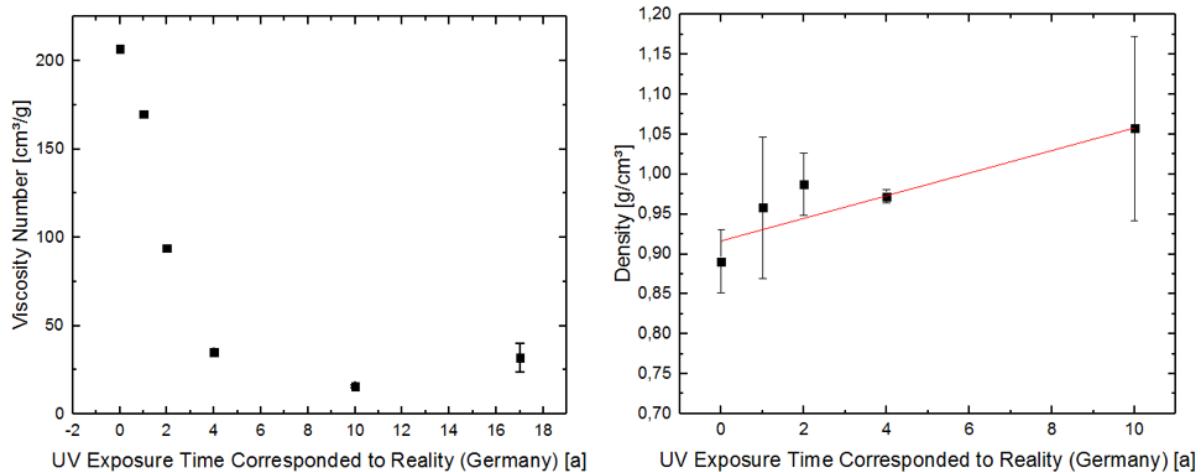


Abb. 10: Links: Ergebnisse der VZ-Messung; Rechts: Dichte Bestimmung der HD-PE Folie

Die von der BAM gemessene Partikelgrößenverteilung der Referenzrohmaterialien HD-PE-17573+M02 ist in Abbildung 11 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass alle Partikel nach dem Sieben mit einem 500 µm Sieb unterhalb von 400 µm liegen und ca. 30% der Partikel kleiner als 150 µm sind. Diese Messung wurde mittels Laserbeugung unter Zuhilfenahme einer Trockendispersierung durchgeführt. In Anbetracht von Lichtmikroskopie Aufnahmen (Abbildung 12) ist jedoch davon auszugehen, dass die Partikel agglomerieren und insbesondere ist zu erkennen, dass die kleineren und kleinsten Partikel an den größeren anhaften.

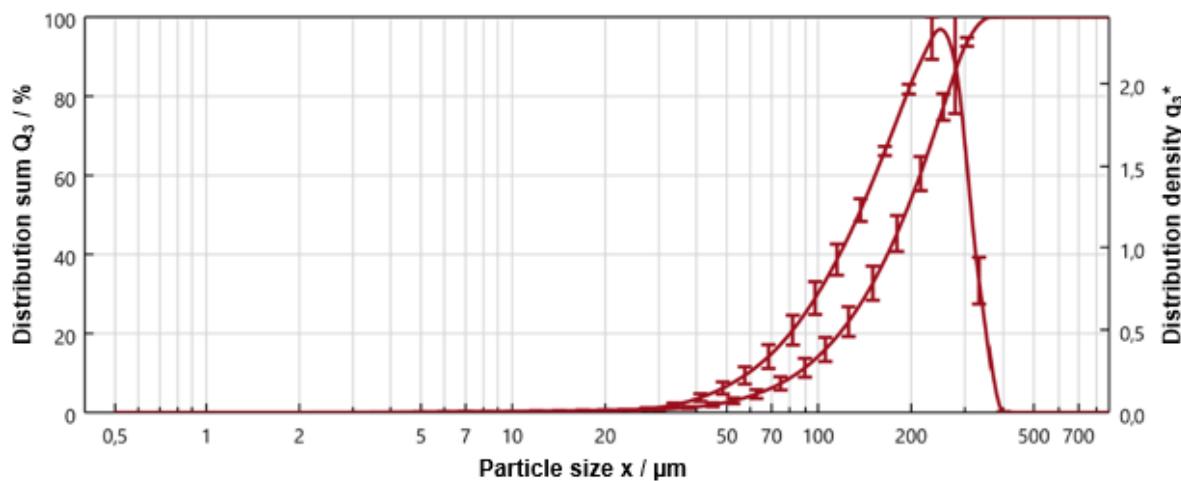


Abb. 11: Partikelgrößenverteilung des Materials HD-PE-17573+M02

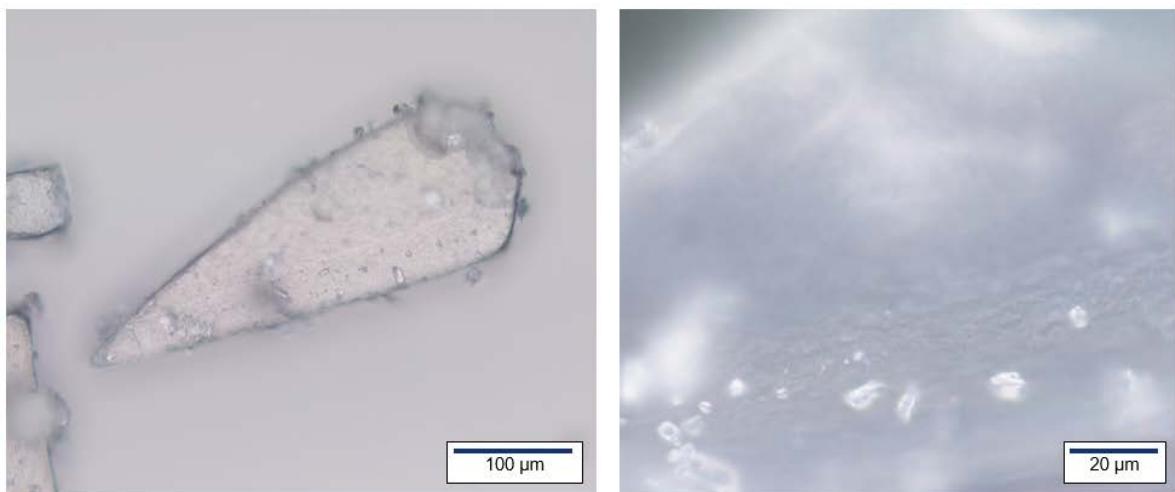


Abb. 12: Lichtmikroskopie Aufnahmen des Materials HD-PE-17573+M02

Zur Charakterisierung der Fasern wurden diese nach dem Bestrahlung in der UV-Anlage einem Wasch- und Trocknungsprozess unterzogen. Anschließend wurden diese jeweils mittels FTIR und DSC vermessen. Die FTIR Daten weisen keine signifikanten Änderungen der Signale auf. Die Ergebnisse der DSC Analyse sind in Abbildung 13 dargestellt.

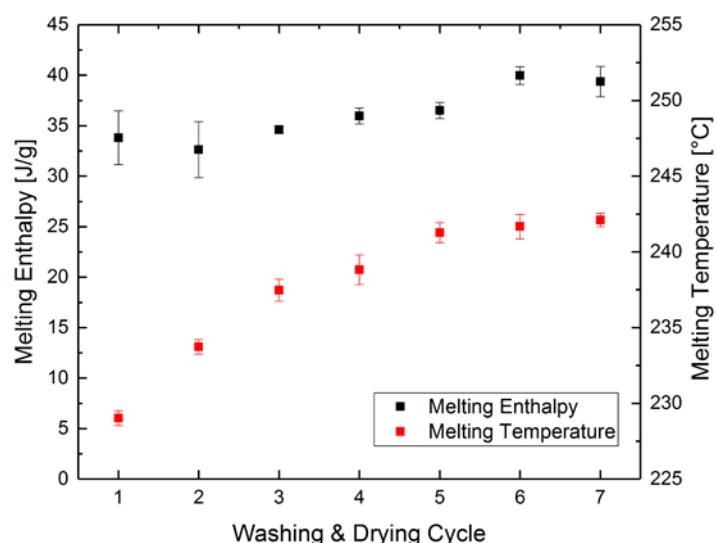


Abb. 13: DSC Ergebnisse der Fasern

Es ist zu erkennen, dass die Fasern durch den Waschgang und die anschließende Trocknung einen weiteren, abgesehen von der einmaligen UV-Bestrahlung, Alterungsprozess erfahren. Die Schmelzenthalpie deutet einen geringen Anstieg mit jedem Wasch- und Trocknungsschritt an. Hingegen steigt die Temperatur des Schmelzepunktes bis zum siebten Schritt an. Dies weist auf eine Änderung der Gefüge Struktur und einer Zunahme der Molmasse hin⁵.

Unter dem Lichtmikroskop (Abbildung 14) ist zu erkennen, dass die abgebildeten Fasern eine Länge zwischen 33 und 162 µm aufweisen.

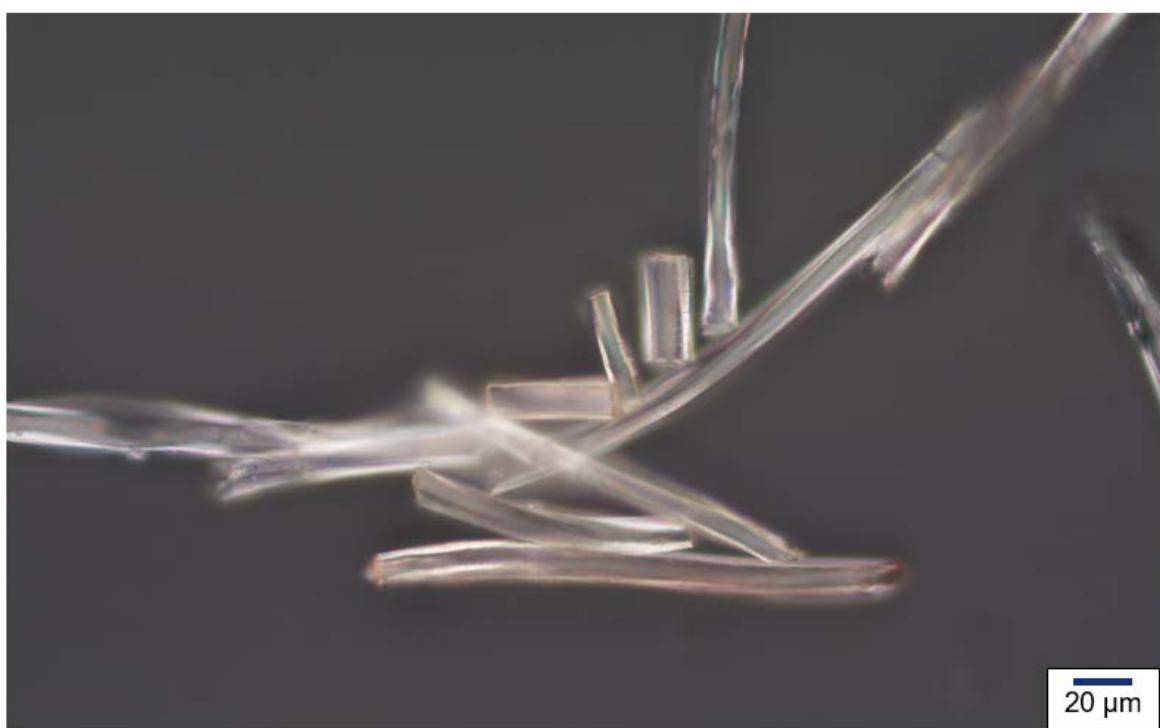


Abb. 14: Lichtmikroskopie PET-Vlies+001_W01

⁵ Frick, A., Stern, C.: DSC-Prüfung in der Anwendung. 2. Auflage München: Hanser 2013.

Die Elastomerpartikel wurden aus der Lauffläche von handelsüblichen Sommer-, sowie Winterreifen gewonnen. Dabei wurde ein Ambientmahlverfahren angewendet. Beim ambient Vermahlen entstehen zerklüftete Oberflächen auf den Elastomerpartikel. Hingegen kommt es beim Kryovermahlen zu glatten Bruchkanten des Elastomers. Zur Charakterisierung der Partikel wurde aus den Laufflächen der Reifen je eine Probe entnommen und diese mittels DMA analysiert. Die Ergebnisse sind Abbildung 15 zu entnehmen. Es ist zu erkennen, dass trotz der schwierigen Probenentnahme reproduzierbar gemessen werden konnte. Bei den Winterreifen ist im Verlustmodul deutlich ein Doppelpeak zu erkennen, was zu dem Schluss führt, dass zwei unterschiedliche Kautschuksorten enthalten sind. Hingegen zeigt das Verlustmodul der Sommerreifen nur einen Peak, welcher bedeutet, dass dieser nur eine Kautschuksorte beinhaltet. Weiterhin lässt sich mit den DMA Daten die Glasübergangstemperatur mittels Tangens Delta berechnen. Diese beträgt für EP-HM-0820+000 (Sommerreifen) -34,1 °C und für EP-WM-2420+000 (Winterreifen) -41,55 °C.

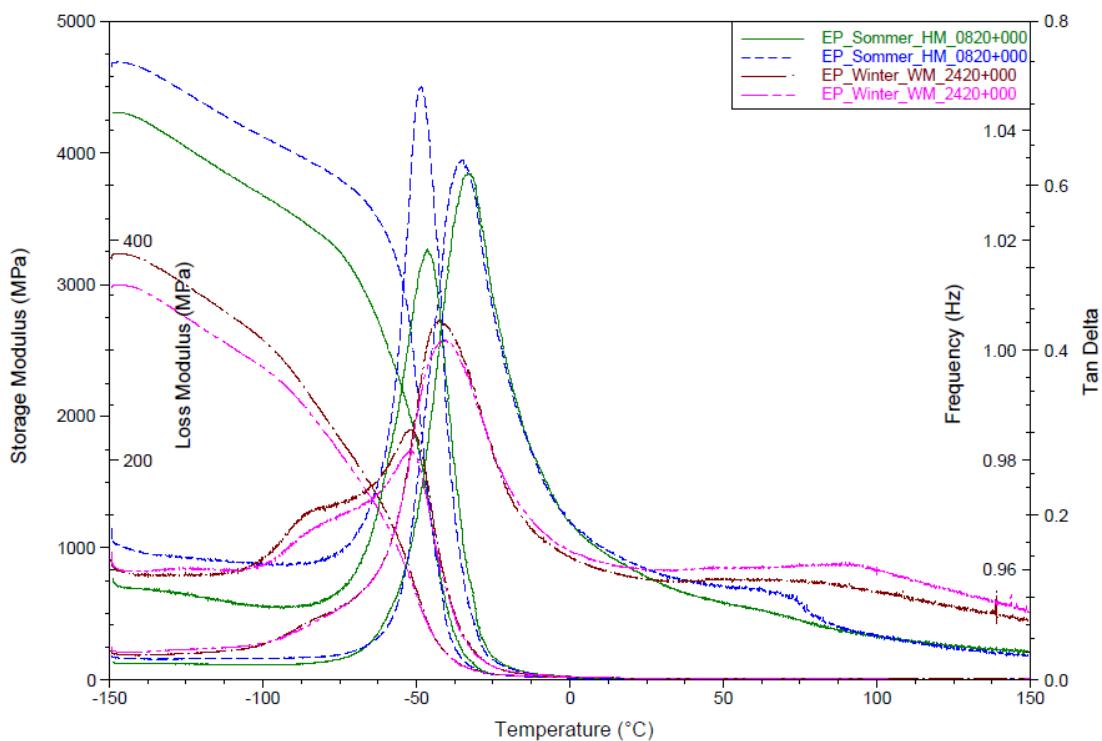


Abb. 15: Ergebnisse der DMA von Sommer- und Winterreifen

Die Ergebnisse der untersuchten, gealterten Partikel zeigen deutlich eine Veränderung der physikalischen und chemischen Eigenschaften. Daher ist es sinnvoll zur Untersuchung von MP ein Referenzmaterial zu verwenden, welches in seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften auch in der Natur entsteht.

3.2.4 Neues Abzugssystem für Flechtmaschinen von Hochleistungsfaserseilen in fördertechnischen Anwendungen

Bearbeitungszeitraum: 10/2018 – 05/2021
Fördermittelgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie – ZIM (AiF)
Autor: Professur Förder- und Materialflusstechnik: Dr.-Ing. Andreas Kretschmer
Partner: Maschinenfabrik Harry Lucas GmbH & Co. KG

Motivation

Die Herstellung geflochtener Faserseile ist ein seit mehr als 100 Jahren etabliertes Verfahren, bei dem noch immer nicht das gesamte Zusammenspiel der einzelnen Parameter des entstehenden Produkts und der zugehörigen Herstellungsparameter verstanden wird. Kleine Änderungen in vorgesetzten Prozessen erzeugen teils erhebliche Auswirkungen hinsichtlich der Lebensdauer laufender Seile in fördertechnischen Anwendungen. Kleine Ungenauigkeiten in der Maschineneinstellung, dem Radabzug und bei mechanischen Überwachungskomponenten beeinflussen die entstehende Seilstruktur, verschieben den natürlichen Flechtpunkt und können eine „Seitenausprägung“ in Verbindung mit einer Abplattung des Geflechts hervorrufen, die sich dann in den ertragbaren Biegewechseln widerspiegelt und diese negativ beeinflusst. Die Seilherstellung mittels Flechten kennt äußerst viele Möglichkeiten. In der industriellen Produktion kommen als Tragstruktur allerdings nur wenige Haupttypen zur Anwendung. Diese sind historisch gewachsen, etabliert und der entsprechende Maschinenpark ist vorhanden. Neue Hochleistungs-Fasern können mit den gängigen Flechtverfahren ihr Potential nur bedingt entfalten. Die Suche nach einer verbesserten Flechtstruktur ist somit geboten.

Zielstellung

Die aus der Dissertation „Einflussfaktoren auf die Lebensdauer laufender Faserseile“ stammenden Ideen für eine weiterführende Untersuchung bildeten die Grundlage für die Inhalte des Forschungsprojekts. Ein besserer Abzug, die Abkehr von der mechanischen Überwachung, die Seiten-markierung des Seils und der Vergleich eines neuen Geflechttyps mit einem etablierten waren Ziele des Projekts. Für die direkte Vergleichbarkeit der Geflechttypen 18 – 3 – 1 und 12 – 2 – 1 sollte eine Flechtmaschine modifiziert werden, sodass durch Wechsel der Flügelräder beide Typen mit identischen Klöppeln gefertigt werden können. Für den Abzug der Geflechte war ein Bandabzug mit wechselbaren Bändern vorgesehen, um verschiedene Reibpartner und -oberflächen an den Fasern zu testen und eine Konfiguration für ein bestimmtes Geflecht zu ermitteln. Der Bandabzug soll nur eine sehr geringe Pressung auf das entstehende Geflecht ausüben, sodass eine Schädigung der Struktur verhindert wird und nur minimale Abplattungen die Folge sein sollte. Die Überwachung des Flechtpunktes sollte mit Hilfe eines optischen Systems berührungslos erfolgen. Zur Auswahl standen hochauflösende Lichtschranken, Kamerasysteme oder Laserdistanzsensoren. Durch Abgleich mit Referenzmarken kann damit entschieden werden, ob die Maschine im Normbereich arbeitet oder ob ein Eingriff nötig ist. Die Aufbringung einer Markierung rundet den Fertigungsprozess ab. Sie ermöglicht eine Kontrolle ob sich das Geflecht während der Fertigung verdreht hat und garantiert ein verdrehungsfreies Auflegen des Seils in der weiteren Anwendung.

Durchführung und Ergebnisse

Von einer Flechtereи konnte eine gebrauchte 12 – 2 – 1 Flechtmaschine über eine Spende beschafft werden. Diese wurde rückgebaut, überholt und mit den nötigen Neuerungen für das Projekt versehen. Dazu zählte auch der Test des Einsatzes von Kunstharzpressholz als Flügelradwerkstoff, da dieser leicht, gut zerspanbar, vibrationsdämpfend und kostengünstig zu beschaffen ist. Für die Sicherstellung der Auswechselbarkeit der Flügelräder wurde seitens

der Klöppel eine längere Recherche durchgeführt, da im Besatz 18 – 3 – 1 ebenfalls ein kollisionsfreier Lauf möglich sein sollte. Es wurden Klöppel der Firma Ratera mit doppeltem Fadenfall gewählt, da die gewählte Klöppelgröße normalerweise auf Maschinen mit einem kleineren Stich zum Einsatz kommen.

Die Umkonstruktion der Maschine wurde bewusst sehr variabel gehalten, um nachträgliche Änderungen im Projekt gut zu ermöglichen. Speziell die Lage des natürlichen Flechtpunktes der verschiedenen Geflechte war nicht bekannt, eine Verschiebbarkeit des Bandabzugs somit Grundvoraussetzung, um sicherzustellen, dass auch die Überwachung des Flechtpunktes durch ein optisches System sicher funktionieren kann. Nach Recherche zu den verschiedenen optischen Systemen wurde sich für die Nutzung eines Kamerasytems entschieden. Mit diesem lässt sich der Maschinenzustand überwachen und gleichzeitig der Flechtpunkt mittels einer Grauwertanalyse gut detektieren. Zur Festlegung des Materials für den Bandabzug wurden einfache, aber zielführende Reibversuche durchgeführt und sich für das Neoprenmaterial Linatex entschieden. Dieses gewährt einen hohen Reibwert und eine gute Nachgiebigkeit gegenüber dem Seil.



Abbildung 1: Flechtmaschine mit Bandabzug und zugehörige Flügelräder

In Kombination mit verschiedenen Profilen kann für jedes Geflecht eine passende Konfiguration ermittelt werden.

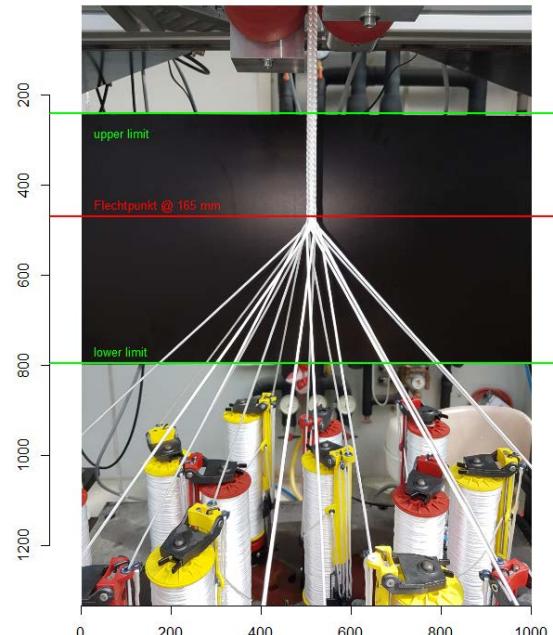
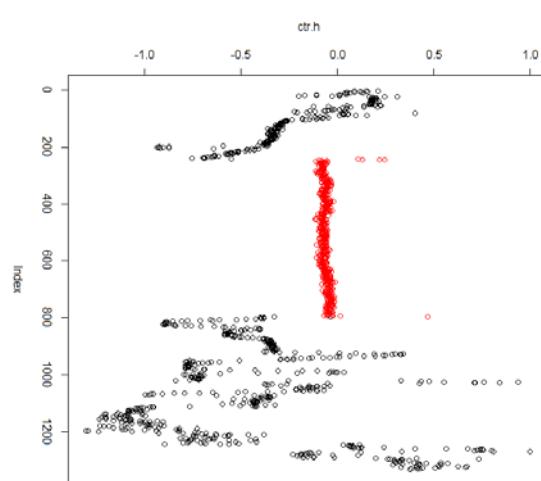


Abbildung 2: Auswertung der Graustufen

Abbildung 3: Kameraperspektive Flechtpunktüberwachung

Die hergestellten Seile wurden hinsichtlich Zugfestigkeit und Biegewechselfestigkeit untersucht und bewertet. Die erzielten Ergebnisse der Biegewechseluntersuchungen zeigen, dass die dreiflechtige Struktur 18 – 3 – 1 der zweiflechtigen 12 – 2 – 1 - Struktur überlegen ist und mit dem Bandabzug ein verbessertes Biegewechselverhalten erreicht wird. Die Zugfestigkeit des 18 – 3 – 1 - Geflechts konnte noch nicht signifikant gegenüber dem 12 – 2 – 1 - Geflecht verbessert werden, dazu stehen noch weitere Untersuchungen sowie die Variation des Fertigungsparameters „Flechlänge“ aus, um die angestrebte Verbesserung der Zugfestigkeit zu erreichen.

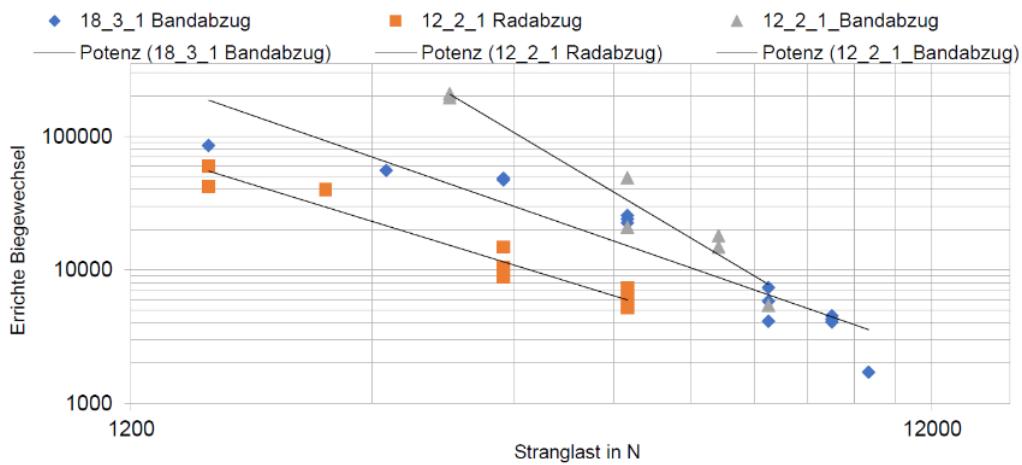


Abbildung 4: Erreichte Biegewechsel der verschiedenen Geflechte

Für den Abzug wurden diverse Bandkonfigurationen getestet, glatt – glatt, glatt – profiliert, profiliert – profiliert. In Abhängigkeit von der Konfiguration kam es im Einlauf des Abzuges zu einer Verdrehung des Geflechts gegenüber dem natürlichen Flechtpunkt, was wiederum Einfluss auf die Lage dessen hatte. Die effektivste Konfiguration mit der geringsten Seilbewegung

ergab sich aus dem V-Profil in Kombination mit einem glatt profilierten Riemen, in Form einer quasi Dreipunkt-Auflage. Es legte sich dabei eine Seite des Seil-Polygons auf dem glatten Riemen ab, während zwei Ecken sich an den Seiten des V's abstützten.

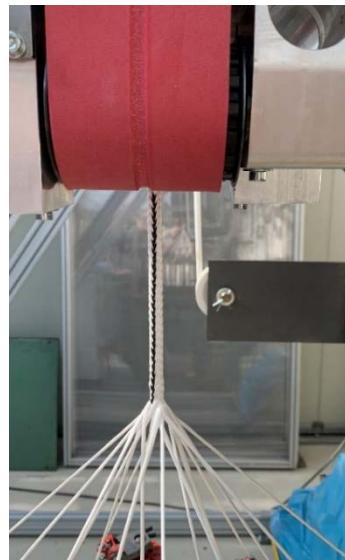


Abbildung 6: Durch Abzug verdrehtes Geflecht

Zusammenfassung

Im Rahmen des durchgeführten Projektes konnten trotz erheblicher pandemiebedingter Einschränkungen, eine neue Versuchsflechtmachine entwickelt und umgesetzt werden. Mit dem variablen Aufbau, sowie dem Kamera- und Markierungssystem konnten alle gesetzten Ziele für die Maschine umgesetzt werden. Die Nutzung des Bandabzugs und die Vermeidung mechanischer Einflüsse auf den natürlichen Flechtpunkt trugen dazu bei, ein regelmäßiges Polygon als Seilquerschnittsform zu erzielen.

Die Nutzung des gewählten Beschriftungssystems basierend auf einem einfachen Tintenstrahldruck eignet sich für alle getesteten Materialien sehr gut und trägt zur sicheren Handhabung des Seils bei.

Das installierte Kamerasystem in Kombination mit der neu entwickelten Auswertesoftware eignet sich sehr gut für die Implementierung in die Maschinensteuerung. Für die Überführung dieser Prototyp-Technologie in eine industrielle Maschine wird derzeit ein Nutzer gesucht mit dem gemeinsam dieses Vorhaben umgesetzt werden kann.

Die erzielten Ergebnisse im Bereich Zugfestigkeit und Biegeweichselfestigkeit bedürfen weiterer Untersuchungen, da im Rahmen des Projektes aus Zeitgründen keine hinreichenden Versuchsreihen zu den 18 – 3 – 1 - Geflechten durchgeführt werden konnten. Die Fortführung dieses Projekt-Bereiches bietet das Potential für ein neues Produkt.

3.2.5 Ermüdungsverhalten von Bauteilen aus Wood Polymer Composite im Anwendungsfeld der Fördertechnik

Bearbeitungszeitraum: 09/2017 – 08/2021

Fördermittelgeber: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

Autor: Professur Förder- und Materialflusstechnik: Dr.-Ing. Christine Schubert

Partner: Novo-Tech GmbH & Co. KG Aschersleben
Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (IHD)
Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS Halle

Zielstellung

Das Gesamtziel des Vorhabens ist die Erarbeitung des langzeitmechanischen Verhaltens unter statischer und dynamischer Belastung des polymergebundenen Holzwerkstoffes (megawood®) und dessen technischen Halbzeuges (WPC-Systemprofil) im Anwendungsfeld der Fördertechnik. Kernsegment des Projektes ist das extrudierte WPC-Systemprofil, welches als kombiniertes Trag- und Gleitelement in einem Hängefördersystem (HFS) dient. Die Verbindungsstellen des WPC-Systemprofils, ausgeführt als Quergewindegelenk-verbindungen, sind ebenfalls Forschungsgegenstand unter den o.g. Belastungen.



Bild 1: Hängefördersystem mit kombiniertem Trag- und Gleitprofil aus WPC

Durchführung

Als Ausgangspunkt des Projektes wurde der Belastungsfall des Trag- und Gleitelementes in der Anwendung des Hängefördersystems analysiert und ein Prüfregime erarbeitet. Dieses bezieht sich auf das reale Belastungskollektiv in der Anwendung des Hängefördersystems und entspricht vorrangig einer Drei-Punktbiegebelastung im WPC-Systemprofil und einer Zugbelastung und Lochleibungsbeanspruchung in der Verbindungsstelle. Der Lösungsweg favorisiert kombinierte Untersuchungsmethoden aus der Holzwerkstoff- und Kunststofftechnik.

Zur Erarbeitung der langzeitmechanischen Eigenschaften am WPC-Systemprofil, an der Verbindungsstelle (WPC-Systemprofil/Stahlgestell) und den Materialproben wurden folgende Untersuchungen in Kooperation mit dem IHD Dresden durchgeführt:

- Kurzzeitstatische Versuche
- Langzeitstatische Versuche (Kriechversuch bis max. $t = 1$ Jahr))
- Dynamische Laststeigerungsversuche und Dauerschwingversuche ($N = 10^7$ Lastwechsel)

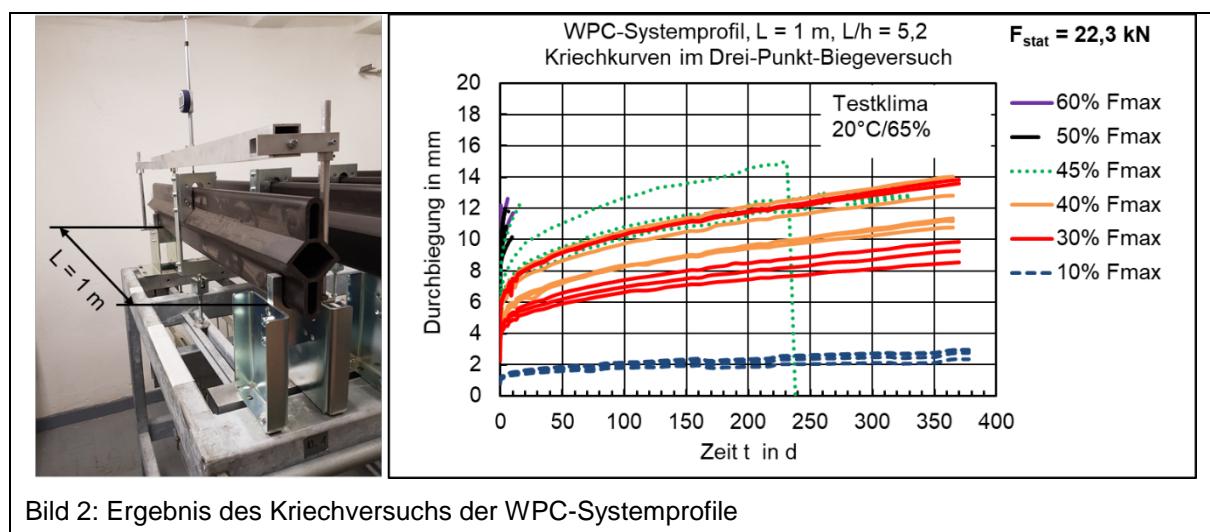
- Resttragfähigkeitsprüfung

Mit dem Fraunhofer IMWS wurde ein Materialmodell unter Anwendung der Dynamisch-mechanischen Analyse und des Temperatur-Zeit-Superpositionsprinzips zur Prognose der Kriechneigung des Materials erarbeitet, angepasst und validiert.

Auf Basis der erhaltenen Langzeitdaten im Kriechversuch und im dynamischen Laststeigerungsversuch wurde der Dauerlauftest des Hängefördersystems durchgeführt. Dabei wurden die Kriechneigung des WPC-Systemprofils und der Vorspannkraftverlust in der Verbindungsstelle im praxisrelevanten Fall über eine Versuchsdauer von einem Jahr überwacht.

Ergebnisse

Es wurde sowohl für das WPC-Systemprofil, den Verbindungsstellen als auch dem Ausgangsmaterial megawood ® die Kriecheigenschaften (Kriechmodul, Kriechverformung, Kriechzahl) über eine maximale Versuchsdauer von einem Jahr unter Drei-Punktbiegebelastung bzw. Zugbelastung in der Verbindungsstelle erarbeitet. Aus diesen Kriechkurven können mittels Extrapolation auf einen definierten Nutzungszeitraum die anwendungsrelevanten Kennwerte ermittelt werden. **Bild 2** stellt die unter verschiedenen Lasten ermittelten Kriechkurven beispielhaft für das WPC-Systemprofil dar.



Ebenfalls erfolgte die Ermittlung der Ermüdungsgrenzen für die o.g. Probenkonfigurationen im Laststeigerungs- und Dauerschwingversuch bis 10^7 Lastwechseln. Exemplarisch ist das Ergebnis des Dauerschwingversuchs für das WPC-Systemprofil unter Drei-Punktbiegebelastung in **Bild 3** dargestellt.

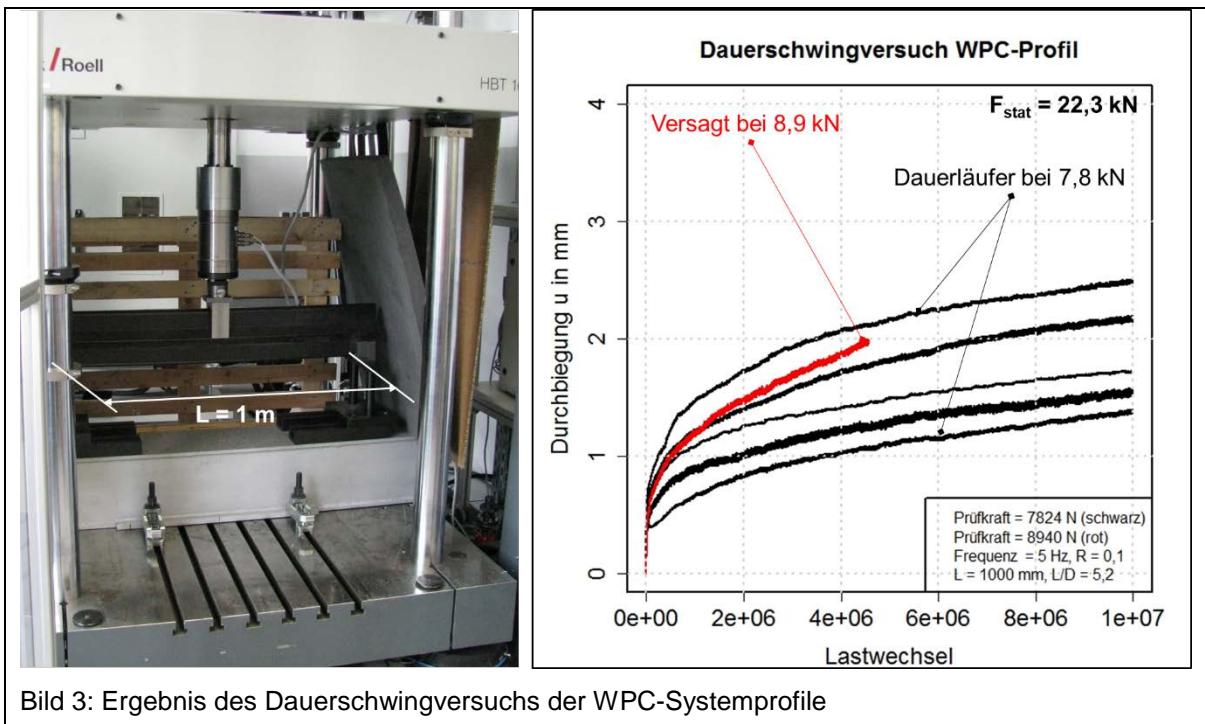


Bild 3: Ergebnis des Dauerschwingversuchs der WPC-Systemprofile

Zum statischen Nachweis der Ermüdungsgrenzen wurde die Resttragfähigkeit der Dauerlauf- bzw. Dauerstandproben ermittelt. Aus dem Ergebnis der langzeitstatischen und -dynamischen Versuche wurden Abminderungsfaktoren für den zugrunde gelegten Lastfall ermittelt. Diese liegen je nach Beanspruchungsart und Prüfobjekt bei 0,1 bis 0,45. Die Resttragfähigkeitsprüfung bestätigte z.B. eine Ermüdungsgrenze des WPC-Systemprofils von 35% der statischen Bruchlast.

Für den sich anschließenden Praxistest wurde das Hängefördersystem zu einem Funktionsprototyp aufgebaut und mit entsprechender Messtechnik ausgestattet. Im durchgeführten Dauerlauftest am Hängefördersystem mit 50 kg/lfm wurden die Kriechneigung des WPC-Systemprofils und der Vorspannkraftverlust in den Verbindungsstellen überwacht. Dabei wurde über die Testzeit von einem Jahr eine Durchbiegung des WPC-Systemprofils von 0,58 mm bei einer Spannweite von 1600 mm gemessen. Dies ist für die technische Anwendung des Trag- und Gleitprofils im unteren Lastbereich als positiv hervorzuheben.

Zusammenfassung

Im FuE-Projekt wurden die Ermüdungsgrenzen im langzeitdynamischen Bereich und die Kriecheigenschaften des polymergebundenen Holzwerkstoffes megawood® und dem WPC-Systemprofil für eine technische Anwendung unter Drei-Punktbiegebelastung erarbeitet. Diese Untersuchungen liefern die wissenschaftliche Datenbasis zur Prognose der Langzeiteigenschaften des Halbzeuges in fördertechnischen Anlagen. Mit dem Dauerlauftest am Funktionsprototyp konnte im unteren Lastbereich (50 kg/lfm) der Praxiseinsatz nachgewiesen werden.

3.2.6 Entwicklung eines schubkurbelgetriebenen Vibrationsgleitförderers mit elliptischer Schwingbewegung

Bearbeitungszeitraum: 10/2019 – 11/2021

Fördermittelgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie – ZIM (AiF)

Autor: Professur Förder- und Materialflusstechnik: Dr.-Ing. Thomas Risch, Christian Kuhn

Partner: Ulrich Anlagen- und Maschinenbau GmbH

Motivation:

Vibrationsförderer sind eine technische Lösung, welche sich über viele Jahre am Markt etablieren konnte. Aufgrund diverser Kundenanforderungen haben sich in dieser Zeit verschiedene Bauformen herausgebildet. Vibrationsförderer mit Schubkurbelantrieben zielen speziell auf sehr lange Vibrationsrinnen ab. Ein Grund dafür sind die sehr hohen Antriebskräfte, die mit diesem Antriebssystem realisiert werden können. Da mit zunehmender Länge einer Schwingrinne gleichzeitig deren Eigengewicht sowie die Masse der Gutbeladung steigen, stellen Schubkurbelantriebe die einzige technische Antriebsmöglichkeit dieser Rinnenkategorie dar. Für diese Bauform werden typischerweise zur Abstützung der hohen Masse parallel geschaltete Federn über die gesamte Länge verteilt und unterhalb des Förderorgans angebracht. Die Option hohe Massen zu fördern, hat an Vibrationsförderern nicht selten zur Folge, dass ungleichmäßige Beladungszustände mit örtlich hohen Lasten und damit ebenfalls unterschiedlichen Beanspruchungen an den Federn vorliegen. Diese Ungleichverteilung führt an bestehenden Systemen häufig zu Abschnittsweise schlechten Fördereigenschaften.

Mit zunehmender Masse des Fördersystems steigen auch die auftretenden Trägheitskräfte im Schwingsystem. Die möglichen Betriebsfrequenzen (typisch sind ca. 5-10Hz) großer Anlagen sinken mit zunehmender Länge. Geringere Betriebsfrequenzen erfordern damit gleichzeitig größere Schwingungsamplituden. Durch größere Schwingungsamplituden erhöht sich schließlich auch der Wurfanteil des Förderguts, wodurch extreme Belastungen auf Fördergut und Schwingrinne sowie immense Geräuschemissionen entstehen. Das Prinzip der Gleitförderung gewinnt für solch große Anlagen entscheidend an Bedeutung.

Auch in bisherigen Absatzgebieten verhältnismäßig rauer Umgebung legen die Anwender bei Neuanschaffungen immer mehr Wert auf ein angenehmes Arbeitsumfeld. Um den bestehenden Marktbedarf zu bedienen, wurde im Projekt das Ziel verfolgt einen neuartigen Schubkurbelförderer zu entwickeln, welcher nach dem Gleitprinzip arbeitet. Durch einen neuen mechanischen Aufbau soll ein elliptisches Schwingungsprofil erzeugt werden, welches die vom Markt gewünschten Fördereigenschaften eines sanften, leisen und gleichzeitig schnellen sowie effizienten Gutlaufs mittels Gleitförderung realisiert. Gleichzeitig soll die angestrebte Bewegungsform die Prozesssicherheit erhöhen, indem ein beständiger Staudruck aufgebaut wird, welcher auch bei punktuell großen Beladungen den Förderprozess aufrechterhält.

Bis zum Projektstart war keine vergleichbare Vibrationsförderanlage als Produkt am Markt vorhanden, welche diese Anforderungen erfüllt.

Kurzbeschreibung der Untersuchungen:

Die Realisierung eines gleitenden Förderprozesses ist an essentielle Betriebsbedingungen gebunden. Um einen gleitenden Fördergutstrom zu erreichen, muss zunächst sichergestellt sein, dass die Vertikalbeschleunigung kleiner 1g (Gravitationsbeschleunigung der Erde) bleibt. Sobald dieser Grenzwert überschritten wird, ändert sich das Förderprinzip und Fördergutwürfe werden initiiert. Zusätzlich zur Begrenzung der Vertikalbeschleunigung muss eine Umstellung der Schwingungskurve erfolgen. Beim Wurfprinzip werden lineare Schwingungsbewegungen genutzt. Für Gleitförderprozesse sind lineare Bewegungen hingegen ungeeignet, weil damit

nur äußerst geringe und für die praktische Einsatzzwecke ungeeignete Fördergeschwindigkeiten erreicht werden. Vorangegangene Forschungstätigkeiten haben diesbezüglich gezeigt, dass im Gleitfördererzustand mit elliptischen Bewegungen hohe Fördergeschwindigkeiten erreichbar sind. Folglich ergibt sich die Anforderung eines elliptisch schwingenden Betriebszustands.

Zu den herausgestellten Anforderungen zur Realisierung der elliptischen Bewegungsform wurde in einem ersten Arbeitsschwerpunkt an einem mechanischen Schwingungssystem gearbeitet. Hier sind zwei Maschinenbestandteile von entscheidender Bedeutung. Die Bewegungsform muss zunächst durch die gewählte elastische Lagerung möglich sein. Im Zusammenspiel mit der Lagerung wird als zweites eine geeignete Einleitung der Antriebskraft durch die Schubkurbel benötigt.

Bei der Gestaltung der elastischen Lagerung wurde sich für Blattfedern entschieden. Während der Untersuchungen an den Federn wurde zur Verringerung der Parameter eine Rechteckgeometrie gewählt. Damit ergeben sich die Kenngrößen der Lagerung aus der Federanordnung, der Federausrichtung und dem Federmaterial. Beim Schwingungssystem fiel die Wahl auf ein Zweimassensystem, welches die Möglichkeit zur dezentralen Krafteinleitung bieten soll. Mit der Verteilung der Antriebskraft kann mit kleineren Antrieben gearbeitet werden bzw. es können längere Förderer gebaut werden. Für die Entwicklung des Schwingungssystems waren hier geeignete Krafteinleitungspunkte zu wählen und der Synchronität sicherzustellen. Gleichzeitig musste ein geeigneter Kurbelhub bestimmt werden, welcher den Förderer in einem geeigneten Maß während der Schwingungsperioden auslenkt.

Die genannten Parameter und die dazugehörigen Maschinenelemente wurden nun in einer Simulationssoftware zu einem Rechenmodell zusammengeführt, um mit Unterstützung von Simulationen resultierende Bewegungen betrachten zu können. Die Simulationsbetrachtungen erfolgten als Serienrechnungen. Dabei wurden die herausgestellten Einzelparameter schrittweise variiert, um deren gegenseitige Wechselwirkung und passende Auslegungsgrößen abzuleiten. Im theoretischen Zwischenergebnis zeigt die Berechnung ein vielversprechendes Fördererverhalten bei einer Kombination von einer linearen Blattfegerschwingung, die mit einer Kreisschwingung überlagert wird. In Abbildung 1 ist dazu die simulierte phasenverschobene Bewegung des Förderorgans zu sehen. Mit Hilfe der Blattfederbewegung wurde dabei im Wesentlichen der horizontale Bewegungsanteil erzeugt. Die überlagerte Kreisschwingung erzeugt eine Beschleunigung entlang beider Achsen wobei die vertikale Bewegung hier die entscheidende Größe ist. Um die Kreisschwingung zu erreichen wurde die obere Masse über eine exzentrische Welle auf dem Unterbau abgestützt. Auf diese Weise entsteht ein Lagersystem aus einem Exzenter, welcher selbst schwingend aufgestellt ist.

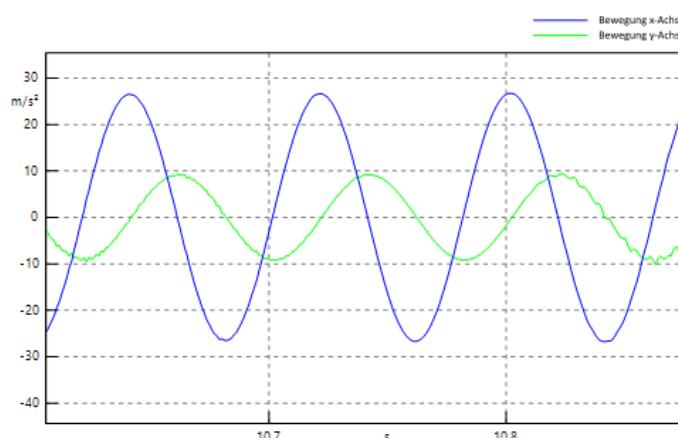


Abbildung 1: simuliertes Beschleunigungsverhalten Förderorgan

Ergebnisse:

Passend zum theoretisch ermittelten Arbeitszustand am Schubkurbelförderer wurde abschließend ein erster Prototyp gefertigt. Hier konnten die Simulationsergebnisse verifiziert werden. Die realisierte Lager- und Antriebslösung ist in Abbildung 2 zu erkennen. Diese setzt sich aus den unten zu sehenden Blattfederpaketen und dem darüber liegenden Getriebe zusammen. Die Blattfedern sind kontinuierlich entlang der Außenseiten des Förderergestells angebracht. Bei einem konstanten Verhältnis von Masse pro Blattfedereinheit kann die Baulänge durch Fortsetzung der aufgereihten Federn auch erweitert und ein größeres Förderorgan verwendet werden.



Abbildung 2: Umgesetzte Antriebs- und Lagerlösung

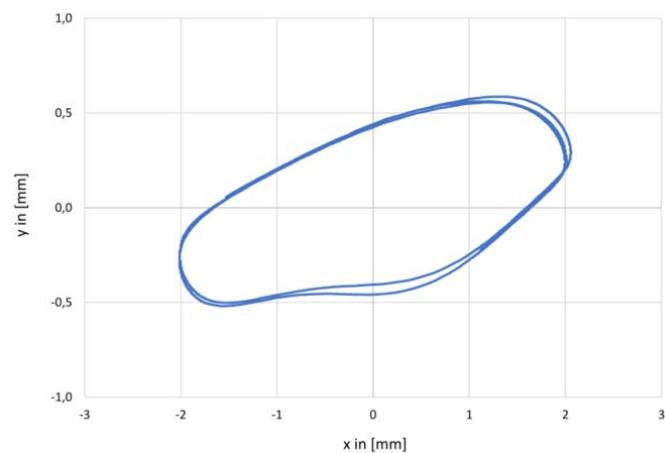


Abbildung 3: Gemessene Bewegungskurve des Förderorgans

Beim Getriebeelement handelt es sich wie erkennbar, um ein Zahnriemengetriebe mit einer Übersetzung zur Erhöhung des Moments und einer Spanneinheit. Dem Getriebe vorgeschalten ist ein Elektromotor, welcher mittels Frequenzumrichter zielgerichtet betrieben wird. Eine genaue Antriebsbewegung ist dabei aus mehreren Gründen wichtig und entscheidend. Der Antrieb übernimmt im elastischen Lageraufbau einmal die Funktion der Resonanzanregung. Gleichzeitig sorgt der Antrieb durch die Kreisbewegung des Kurbeltriebs für eine Phasenverschiebung der Beschleunigungszeiten entlang der 2 Bewegungssachsen. Abschließend ist eine winkelgenaue Bewegungsanregung im Hinblick auf längere Förderorgane mit einem höheren Antriebskraftbedarf wichtig. Durch eine definierte Drehbewegung können zur Steigerung der Antriebskraft weitere Antriebe synchron aufgeschaltet werden.

In den am Prototyp durch geführten Messuntersuchungen konnte das theoretisch erwartete elliptische Bewegungsverhalten bestätigt werden. Wie in Abbildung 3 erkennbar, lagen anfangs noch geringe Abweichungen zur idealen elliptischen Bewegung vor. Diese konnten auf Störschwingungen in der Fördereraufstellung zurückgeführt werden. Zur Verbesserung des bereits guten Schwingungsbilds wurde aus dem Grund abschließend an ein Tilgungskonzept erstellt. Damit konnte in dem Projekt erfolgreich ein Schubkurbelförderer mit Gleitförder-prinzip entwickelt werden. Die durch die elastische Aufstellung bestehenden Bewegungsmöglichkeiten bilden dabei die Grundlage für die gewünschte Schwingbewegung zum effizienten Fördern. So kann der Förderer die gesetzten Ziele im Hinblick auf Fördereffizienz, Geräuschpegel, Fördergutschonung und Prozesssicherheit durch Staudruck erfüllen.

3.3 Preise, Ehrungen

3.3.1 TU-Forscher für wissenschaftliches Lebenswerk ausgezeichnet

Prof. Dr. Michael Gehde erhielt als erster Kunststofftechniker den „Evgeny-Paton-Preis“ für seine herausragende Forschung und insbesondere seine Beiträge zur Schweißwissenschaft, -technik und -ausbildung sowie für die Entwicklung von Innovationen im Bereich der Kunststoff-Verarbeitungsprozesse

Prof. Dr. Michael Gehde, Inhaber der Professur Kunststoffe der Technischen Universität Chemnitz, hat den „Evgeny-Paton-Preis“ erhalten. Dieser Preis wird jährlich vom International Institute of Welding (IIW) vergeben und vom ukrainischen E.O. Paton Electric Welding Institute gestiftet. Die Auszeichnung erhalten Einzelpersonen, die ihr Lebenswerk der angewandten Forschung und Entwicklung im Bereich der Schweißtechnik, den dafür nötigen Werkstoffen sowie technischen Ausstattungen und verwandten Prozessen gewidmet und dabei herausragende Beiträge für Forschung, Entwicklung und Lehre geleistet haben. Der „Evgeny-Paton-Preis“ besteht aus einer Medaille und einer Urkunde. Gehde hatte den Preis bereits am 7. Juli 2021 im Rahmen der Eröffnung der „IIW On-Line Assembly and International Conference“ virtuell erhalten. Um Prof. Gehde auch persönlich zu ehren, fand nun nach postalischer Zustellung des Preises ein Festakt im kleinen Rahmen an der TU Chemnitz statt: „Der Preis des IIW ist eine große Ehre für mich – insbesondere auch deshalb, weil in der metalldominierten Welt des IIW ich als erster Kunststofftechniker diese Auszeichnung für mein Lebenswerk erhalte.“ „Ich gratuliere Herrn Kollegen Gehde ganz herzlich zur Verleihung des Evgeny-Paton-Preises. Das ist ein sehr großartiger Erfolg für ihn, die Fakultät für Maschinenbau und unsere Universität“, sagt Prof. Dr. Gerd Strohmeier, Rektor der TU Chemnitz. „Es freut mich sehr, dass die Verdienste von Herrn Kollegen Gehde auf dem Gebiet der Kunststoff- und Schweißtechnik so herausragend gewürdigt wurden. Prof. Gehde setzt durch seine innovative Grundlagenforschung zu Struktur- Eigenschaftsbeziehungen an Schweißverbindungen wichtige Akzente und trägt so seit vielen Jahren zum Erfolg unserer Fakultät bei“, sagt Prof. Dr. Thomas Lampke, Dekan der Fakultät für Maschinenbau der TU Chemnitz.

Zu den Verdiensten von Prof. Gehde gehören unter anderem verschiedene maschinentechnische Innovationen im Bereich der Kunststoff-Verarbeitungsprozesse in Füge- und Umformtechnologien. Seine Forschungsarbeiten sind von dem ganzheitlichen Ansatz der Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehung in der Kunststofftechnik geprägt. Im intensiven Entwicklungsprozess auch mit der Industrie transferiert Prof. Gehde seine Erkenntnisse in Form von Werkstoff-, Prozess- und Konstruktionsinnovationen. Zudem fördert er erfolgreiche Nachwuchsforscherinnen und -forscher und trägt damit ganz entscheidend zur Innovationsfähigkeit seines Faches bei.

Zuletzt forschte Prof. Dr. Gehde intensiv daran, einer der großen ökologischen Herausforderungen im Bereich der Kunststoffverarbeitung und -nutzung zu begegnen – dem Mikroplastik. Hier arbeiten seine Professur und er an neuen Verfahren zur Probenentnahme, um zu realistischeren Einschätzungen der Schadstoffbelastung zu kommen.



Bild: Hohe Auszeichnung für Prof. Dr. Michael Gehde: Er erhielt als erster Kunststofftechniker den „Evgeny-Paton-Preis“ für sein wissenschaftliches Lebenswerk. Zu diesem herausragenden Erfolg gratulierten ihm der Rektor der TU Chemnitz, Prof. Dr. Gerd Strohmeier (re.), sowie Prof. Dr. Thomas Lampke, Dekan der Fakultät für Maschinenbau. Foto: Lili Hofmann

Hintergrund: Evgeny Oskarovich Paton und der Evgeny-Paton-Preis

Die Auszeichnung ist nach dem Akademiker Evgeny Oskarovich Paton benannt. Dieser gründete 1934 das E. O. Paton Electric Welding Institute of the Academy of Sciences of Ukrainian SSR in Kiew. Von 1945 bis 1952 war Paton Vizepräsident der Akademie der Wissenschaften der Ukrainischen SSR. Bis zu seinem Tod im Jahre 1953 war er ein Pionierforscher in der Füge- und Schweißtechnik. Paton trug dazu bei, das Schweißen zu einem zuverlässigen technologischen Prozess zu machen, indem er umfassende Forschungen zur Mechanik von Schweißkonstruktionen, zu den beteiligten metallurgischen Prozessen und zur Physik des Lichtbogens durchführte. Weiterhin entwickelte er auch Schweißgeräte, Werkzeuge und Verfahren.

Autor: Matthias Fejes, 11.08.2021

<https://www.tu-chemnitz.de/tu/pressestelle/aktuell/10853>

4 Wissenschaftliches Leben und Öffentlichkeitsarbeit

4.1 Wissenschaftliche Veranstaltungen

(1) **17. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V., 20.-21.09.2021**

Die Wissenschaftliche Gesellschaft für Technische Logistik (WGTL e.V.) hat ihr 17. Fachkolloquium am 20./21. September an der TU Chemnitz veranstaltet.

Die jährlich stattfindende Veranstaltung dient der Förderung des Informationsaustauschs sowie der Zusammenarbeit von Forschern:innen und Wissenschaftlern:innen in der Technischen Logistik. Sie bietet dem wissenschaftlichen Nachwuchs auf diesem Gebiet ein Netzwerk an Kontakten und die Möglichkeit zur Präsentation von aktuellen Forschungsinhalten.

Die Organisation und Ausrichtung übernahm im vergangenen Jahr die Professur Förder- und Materialflusstechnik (FTM) der Technischen Universität Chemnitz unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Markus Golder.

Geladen waren ausschließlich die Mitglieder der WGTL, welche ihre aktuellen innovativen Forschungsprojekte auf dem Gebiet der Technischen Logistik mit wissenschaftlichen Beiträgen zu folgenden Themen vorgestellt haben:

- Konstruktion und maschinenbauliche Gestaltung,
- Steuerungstechnik und IT-Systeme,
- Management, Organisation und Betrieb
- Planung, Analyse und Simulation logistischer Systeme

Die Veranstaltung mit insgesamt 90 Teilnehmer*innen fand in einem hybriden Format statt.

(2) **Technomer 2021 – 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren an der Technischen Universität Chemnitz, 04.-05.11.2021**

Im 52. Jahr der TECHNOMER konnte die Tagung zum ersten Mal in ihrer Geschichte nicht wie geplant stattfinden. Was selbst die politische Wende nicht geschafft hat, die kontinuierliche Fortführung der Tagung im Rhythmus von 2 Jahren zu unterbrechen, geschah jetzt aufgrund nicht verfügbarer Kapazitäten in den gewohnten Räumlichkeiten der Technischen Universität Chemnitz wegen der vorgeschriebenen Sicherheits- und Abstandsregeln.

Die Veranstalter mussten sich daher schweren Herzens entscheiden, die TECHNOMER als Präsenzveranstaltung abzusagen. Neben den Fachbeiträgen, Wissenschaftspostern und der Firmenstände ist ein wesentlicher Charakter der TECHNOMER das persönliche Zusammensein und der persönliche Austausch sowohl während der Konferenz, in der Industrieausstellung als auch im Rahmen der Abendveranstaltungen. Die Anmeldungen zur Konferenz haben uns den großen Wunsch nach einer Präsenzkonferenz bestätigt und umso schwerer ist uns die Absage gefallen.

Die 85 Fachvorträge, gegliedert in 9 thematische Schwerpunkte, wurden den 160 Teilnehmern online als Video, abrufbar auf der homepage der TECHNOMER zur Verfügung gestellt. Das wesentliche Element der lebendigen Diskussionen, Fragen und Erläuterungen konnten wir diesmal leider nicht bieten.

Außerdem erschien zur Tagung ein Tagungsband mit den Kurzfassungen von allen eingereichten Vortrags- und Posterbeiträgen.

4.2 Promotionen

(1) Frau **Andrea Müller, M.Eng.** promovierte am 24.09.2021 zum Dr.-Ing.

Thema: **Einfluss der Spritzgießverarbeitung auf die biologische Sicherheit von Medizinprodukten**

Prüfungskommission

Vorsitz: Prof. Dr. Dr. Guntram Wagner, TU Chemnitz

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Michael Gehde, TU Chemnitz

Prof. Dr. Thomas Seul (Hochschule Schmalkalden)

(2) Herr **Marios Constantinou, M.Sc.** promovierte am 24.09.2021 zum Dr.-Ing.

Thema: **Beitrag zum Infrarotschweißen von Kunststoffen in der industriellen Fertigung - Werkstoffbelastung, mechanische Eigenschaften und Fügen endlosfaserverstärkter Thermoplaste**

Prüfungskommission

Vorsitz: Prof. Dr. Guntram Wagner, TU Chemnitz

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Michael Gehde, TU Chemnitz

Prof. Dr. Volker Schöppner, Universität Paderborn

4.3 Teilnahme an Tagungen, Symposien und Messen

Tagung, Symposium, Kongreß, Messe	Ort	Zeitraum	Teilnehmer
Praxisforum Kunststoffzyklate	online	09.-10.03.21	Felber
Interdisziplinäre Wissenschaftliche Konferenz an der Hochschule Mittweida (IWKM)	Mittweida	14./15.03.21	Dr. Sumpf
19. Holztechnologisches Kolloquium	Dresden (online)	15.04.21	Kluge
DVS AG W 4.4	Online	23.04.21	Friedrich
SIGMASOFT Universitäts- und Hochschulwoche	Aachen	14.-18.06.21	Dr. Tran
Mitgliederversammlung Seiler BV	Hof	13.-14.09.21	Dr. Müller
17. WGTL-Fachkolloquium	Chemnitz	20./21.09.21	Prof. Golder Dr. Weise Dr. Müller Dr. Risch Maximow Lüdemann Penno Kupey Kuhn
25. Fachtagung Schüttgutförder-technik	Magdeburg	22.-23.09.21	Schöneck
36th International Conference of the Polymer Processing Society	Montreal, Kanada (Online-Teilnahme)	26.-29.09.21	Schmeißer, Schmitt

Tagung, Symposium, Kongreß, Messe	Ort	Zeitraum	Teilnehmer
DVS-Plenarsitzung der Arbeitsgruppe W 4	Online	27. 09.21	Albrecht
FAKUMA - Internationale Fachmesse für Kunststoffverarbeitung	Friedrichshafen	12.-16.10.21	Dr. Sumpf, Dr. Bartsch, DI Bergmann
Technomer 2021 - 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren	Chemnitz (online)	04.-05.11.21	alle MA der Professor Kunststoffe, Penno
Aachen-Dresden-Denkendorf International Textile — ADDITC	Online	09.-10.11.21	Dr. Schmieder
Nachhaltigkeitskonferenz	Chemnitz	15.-16.11.21	Dr. Sumpf, Lüdemann
DVS AG W 4.4	Online	18.11.2021	Friedrich

4.4 Schulungen und Weiterbildung

Thema	Teilnehmer
Online Schulung für DHR und HRX0 Anwender	Schmeißer, Sickel, Methe
Universitäts- und Hochschulwochen SIGMA Engineering GmbH	Schmeißer, Tran
Teaching Numerical Methods with MATLAB	Schmitt
Transparent und digital: Der Recycling-Markt der Zukunft (Online , 02.03.21)	Dr. Sumpf
POLYTALK: Vom Abfall zum Rohstoff – Schaffen wir die Kunststoff-Wende? (Online, 24.03.21)	Dr. Sumpf
Mit nur 2 Cent zum geschlossenen Kunststoffkreislauf? (Online, 20.05.21)	Dr. Sumpf
Digitale Themenwoche „ZEIT für Forschung“: Grundlagenforschung trifft angewandte Forschung (Online, 17.-21.05. 21)	Dr. Sumpf
Online-Kurs Hybride Lehre (Online, 10.08.21)	Dr. Sumpf
Career Service Excel - Basics für den Beruf	Penno
QA-Schulung	Dr. Schmieder
App-Programmierung und Nutzung von KI in Android Studio	Dr. Müller

4.5 Veröffentlichungen, Forschungsberichte

4.5.1 Veröffentlichungen: Konferenzbeiträge, Vorträge und Poster

- [1] Albrecht, M.; Bialaschik, M.; Gehde, M.; Schöppner, V.: Warmgasstumpfschweißen - Einfluss des Werkzeugdesigns und des verwendeten Prozessgases auf das Erwärm- und Schweißverhalten. Technomer 2021 - 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04. - 05.11.2021, Chemnitz, 2021 ISBN 978-3-939382-15-7
- [2] Bartsch, R.; Bona, M.; Sumpf, J.; Golder, M.: Improving the Tribological Properties of UHMW-PE through Recycling of In-house Waste. Technomer 2021: 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, Chemnitz, November 2021, ISBN 978-3-939382-15-7
- [3] Brückner, E.; Gehde, M.; Hofmann, K.; Altstädt, V.; Brütting, C.: Herstellung und Schweißen von geschäumten spritzgegossenen Thermoplasten. Technomer 2021 - 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04.-05.11.2021, Chemnitz 2021 ISBN 978-3-939382-15-7
- [4] Brückner, E.; Härtel, S.; Gehde, M.; Awiszus, B.: Numerische und experimentelle Untersuchungen zum Thermischen Kunststoffnieten. Technomer 2021 - 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04.-05.11.2021, Chemnitz 2021 ISBN 978-3-939382-15-7
- [5] Bunk, N.; Hüllmann, A., M.; Gehde, M.: Rheologische Vorgänge beim Schweißen (Schmelzefluss). Technomer 2021 - 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04. - 05.11.2021, Chemnitz, 2021 ISBN 978-3-939382-15-7
- [6] Clauß, B.; Richter, S.; Hensel, T.; Russig, D.: Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten von Recycling-Polyamiden. Technomer 2021 - 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04.-05.11.2021, Chemnitz 2021 ISBN 978-3-939382-15-7
- [7] Clauß, B.; Richter, S.; Viriato, L.: Einfluss von Antioxidantien auf die Eigenschaften von Recycling-Polyethylen. Technomer 2021 - 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04.-05.11.2021, Chemnitz 2021 ISBN 978-3-939382-15-7
- [8] Dallinger, N.; Bergmann, A.; Golder, M.; Bensing, T.; Moneke, M.: Experimental verification of analytical calculation approaches and FEM material models with the aim of determining friction of thermoplastics. Technomer 2021: 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, Chemnitz, November 2021, ISBN 978-3-939382-15-7
- [9] Friedrich, F.; Gehde, M. Festigkeitsgradient dickwandiger, heizelementgeschweißter Halbzeuge. Technomer 2021 - 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04.-05.11.2021, Chemnitz, 2021 ISBN 978-3-939382-15-7
- [10] Friedrich, F.; Gehde, M.: Kleben amorpher Kunststoffe mit transparenter und mechanisch stabiler Fügenahrt. Technomer 2021 - 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04.-05.11.2021, Chemnitz, 2021 ISBN 978-3-939382-15-7
- [11] Golder, M.; Reinl, J.: Wire ropes in crane applications – Current state of the standardization work of ISO/WD 16625 – Requirements and Objectives. Presentation, November 2021
- [12] Kluge, P.; Eichhorn, S.: Holz im Maschinenbau (HoMaBa) - Kennwertermittlung, Berechnung, Simulation. Technomer 2021: 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, Nr. 27, S. 139-139, Chemnitz, November 2021, ISBN 978-3-939382-15-7, URN urn:nbn:de:bsz:ch1-qucosa2-769179

- [13] Kluge, P.; Eichhorn, S.; Sarnaghi Khaloian, A.; Kuilen, J.-W.: Analyse der Übertragbarkeit von Berechnungsverfahren aus dem konstruktiven Ingenieurholzbau auf Maschinenbauanwendungen. Tagungsband des 19. Holztechnologischen Kolloquiums Dresden, Nr. 30, S. 87-94, Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH, Dresden, April 2021, ISBN 978-3-86780-666-4
- [14] Kuhn, C.; Risch, T.; Golder, M.: Simulation der Vibrationsfördergeschwindigkeit an MKS Förderermodellen in SimulationX. Fachkolloquium der WGTL: Tagungsband, Vol. 17, S. 246-250, Chemnitz, September 2021, ISBN 978-3-00-069994-8, DOI 10.2195/lj_Proc_kuhn_de_202112_01
- [15] Lüdemann, L.; Sumpf, J.; Golder, M.: Ökobilanzergebnisse von Stetigförderern – Einfluss von funktioneller Einheit, Untersuchungsrahmen und Datenqualität. Fachkolloquium der WGTL: Tagungsband, Vol. 17, S. 116-130, Chemnitz, September 2021, ISBN 978-3-00-069994-8, DOI 10.2195/lj_Proc_luedemann_de_202112_01
- [16] Maximow, I.; Schöneck, T.; Weise, S.; Golder, M.: Betrachtung der Eignung von Kupferwerkstoffen für Biegebelastungen. Fachkolloquium der WGTL: Tagungsband, Vol. 17, S. 212-218, Chemnitz, September 2021, ISBN 978-3-00-069994-8, DOI 10.2195/lj_Proc_maximow_de_202112_01
- [17] Methe, D.; Gehde, M.: Untersuchungen zum thermo-rheologischen Verhalten von schäumbaren Phenolformmassen. Technomer 2021 - 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04.-05.11.2021, 2021 ISBN 978-3-939382-15-7
- [18] Ngoc Tu Tran, Gehde, M.: Bewertung der aktuellen eingesetzten reaktiven Viskositätsmodelle zur rheologischen Simulation im Spritzgussprozess. Technomer 2021-27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04.-05.11.2021, Chemnitz 2021 ISBN 978-3-939382-15-7
- [19] Penno, E.; Kupey, B.; Eichhorn, S.; Golder, M.: Der natürliche Polymerwerkstoff Holz als Alternative im modernen Kranbau. Technomer 2021: 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, Chemnitz, November 2021, ISBN 978-3-939382-15-7
- [20] Schmeißer, N., Zentgraf T., Gehde, M.: Investigation of the Influence of the Cross-Linking Reaction on the Prediction Quality of the Mold Filling Simulation, 36th International Conference of the Polymer Processing Society, 26.-29.09.2021, Montreal, 2021
- [21] Schmeißer, N.; Gehde, M.: Untersuchungen zur Grenzflächenhaftung von Duroplast-Metall-Verbunden Technomer 2021 - 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04. - 05.11.2021, Chemnitz, 2021 ISBN 978-3-939382-15-7
- [22] Schmeißer, N.; Zentgraf, Thomas; Gehde, M.: Untersuchung des Einflusses der Vernetzungsreaktion auf die Vorhersagequalität der Formfüllsimulation duroplastischer Formmassen im Spritzguss. Technomer 2021 - 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04. - 05.11.2021, Chemnitz, 2021 ISBN 978-3-939382-15-7
- [23] Schmitt, M., Gehde, M.: Changing Characteristics of Microplastics during the Aging Process of Polyethylene Film, 36th International Conference of the Polymer Processing Society, Montreal, Kanada, 26.-29.09.2021
- [24] Schmitt, M.; Gehde, M.: Herausforderungen von langzeitstabilen, geschweißten und spritzgegossenen Halbschalen zum Flüssigkeitstransport. Technomer 2021 - 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04. - 05.11.2021, Chemnitz, 2021 ISBN 978-3-939382-15-7

- [25] Schmitt, M.; Gehde, M.: Sich ändernde Eigenschaften von Mikroplastik anhand von UV-B gealterter Polyethylen Technomer 2021 - 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04. - 05.11.2021, Chemnitz, 2021 ISBN 978-3-939382-15-7
- [26] Schöneck, T.; Golder, M.: Mechanische Einflussgrößen auf die Durchbiegung von horizontalen Förderschnecken. Tagungsband zur 25. Fachtagung Schüttgutfördertechnik Magdeburg, Nr. 25, S. 165-180, Universität Magdeburg, September 2021, DOI 10.25673/36794
- [27] Sumpf, J.; Bona, M.; Lüdemann, L.; Golder, M.: Ökologische Nachhaltigkeit mit Kunststoffförderketten – Chancen und Herausforderungen. Technomer 2021: 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, Chemnitz, November 2021, ISBN 978-3-939382-15-7, URN urn:nbn:de:bsz:ch1-qucosa2-768515
- [28] Sumpf, J.; Lüdemann, L.; Bona, M.; Golder, M.: Ressourcen- und umwelteffiziente Gestaltung von Fördersystemen mit Kunststoffketten. Scientific Reports, Nr. 2, S. 19-24, Hochschule Mittweida, April 2021, ISSN 1437-7624, DOI 10.48446/opus-12318

4.5.2 Veröffentlichungen: Zeitschriftenartikel, Bücher

- [1] Albrecht, M.; Bialaschik, M.; Gehde, M.; Schöppner, V.: Warmgasstumpfschweißen von Kunststoffen. <https://www.joining-plastics.info/ausgaben/ausgabe-3-2021>. Joining Plastics, Fügen von Kunststoffen. - DVS Media GmbH. - 15. 2021, 03, S. 162 - 169. ISSN 1864-3450
- [2] Bialaschik, M.; Schöppner, V.; Albrecht, M.; Gehde, M.: Influence of material degradation on weld seam quality in hot gas butt welding of polyamides. <https://www.doi.org/10.1007/s40194-021-01108-0>. Welding in the World 2021 ISSN 0043-2288
- [3] Böttger, U.; Schöneck, T.; Thiele, R.; Golder, M.: Verpacken zu Ende gedacht – Forscher der TU Chemnitz projektieren Anlage für High-Speed-Vereinzelung. Lebensmitteltechnik, Heft 1-2, S. 18-20, LT Food Medien-Verlag, Hamburg, Januar 2021, ISSN 0047-4290
- [4] Felber, A.; Schmieder, A.; Golder, M.; Mischo, H.: Fiber ropes in a mining environment. melliand International, Vol. 2021, Heft 2, S. 97-99, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main, Mai 2021, ISSN 0947-9163
- [5] Hofmann, K.; Aksit, M.; Gehde, M.; Altstädt, V.: Prozessgestaltung und Einflussfaktoren beim Schweißen von geschäumten Thermoplasten (TSG). https://www.joining-plastics.info/pdf/KUNSTO_2021_1_1-63.pdf. Joining Plastics - Fügen von Kunststoffen 15 (2021) Ausgabe 1, S. 18 - 25, DVS Media GmbH, Düsseldorf, ISSN: 1864-3450
- [6] Horn, T. D.; Heidrich, D.; Wulf, H.; Gehde, M.; Ihlemann, J.: Multiscale Simulation of Semi-Crystalline Polymers to Predict Mechanical Properties <https://www.doi.org/10.3390/polym13193233>. Polymers 13 (2021) 3233
- [7] Katterfeld, A.; Roberts, A.; Wheeler, C.; Williams, K.; Wensrich, C.; Scholten, J.; Jones, M.; Kunze, G.; Strubelt, H.; Ilic, D.; Donohue, T.; Otto, H.; Sumpf, J.; Chen, W.; Chen, B.; Ausling, D.: Conveying and Construction Machinery. Springer Handbook of Mechanical Engineering, S. 829-991, Springer International Publishing, Cham, 2021, ISBN 978-3-030-47035-7, DOI 10.1007/978-3-030-47035-7_20
- [8] Kluge, P.; Eichhorn, S.: Analyse der Übertragbarkeit von Berechnungsverfahren aus dem konstruktiven Ingenieurholzbau auf Maschinenbauanwendungen. Holztechnologie, Nr. 62, S. 45-51, IHD, Dresden, Oktober 2021, ISSN 0018-3881
- [9] Kluge, P.; Eichhorn, S.; Geistert, M.: Normalklima für den Einsatz von Holzwerkstoffen in technischen Anwendungen des Maschinenbaus. Holztechnologie, Nr. 62, S. 38-44, IHD, Dresden, Oktober 2021, ISSN 0018-3881

- [10] Müller, E.; Risch, T.; Golder, M.: Simulative Untersuchung vibrationsbasierter Ausrichtkonzepte für Rohblechtafeln. Article, Oktober 2021, URN urn:nbn:de:bsz:ch1-qucosa2-762328
- [11] Schmeißer, N.; Gehde, M.: Langzeitbetriebssichere Metall-Duroplast-Verbunde in höchst beanspruchten Bauteilen. Jahresmagazin Kunststofftechnik. - Lampertheim : AL-PHA Informationsgesellschaft mbH. 2021, S. 16 – 20. ISSN 1618-8357
- [12] Schmeißer, N.; Zentgraf, T.; Gehde, M.; Schwalme, G.; Hochrein, T.; Bastian, M.: Simulation des Formfüllverhaltens von duroplastischen Formmassen., 1. Auflage, Düren : Shaker Verlag, 2021
- [13] Schmieder, A.; Kern, C.; Golder, M.: Einfluss von UV-Strahlung auf das mechanische Verhalten hochfester Garne und daraus geflochtener Faserseile. Textilberichte, Vol. 2021, Heft 2–3, S. 73-77, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main, September 2021, ISSN 0375-9350
- [14] Zentgraf, Thomas; Schmeißer, N.; Gehde, M.; Schwalme, G.; Hochrein, T.; Bastian, M.: Vollständige Datensätze gesucht : Simulation von Duroplastbauteilen. Kunststoffe - Werkstoffe, Verarbeitung, Anwendung. - München : Carl Hanser Verlag. 2021, 12, S. 45 – 47. ISSN 0023-5563

4.5.3 Forschungsberichte

- [1] Albrecht, M.: Warmgasschweißen von Kunststoffen - Analyse der Wärmeübergangsmechanismen und Grenzen der Technologie. Abschlussbericht zum IGF-Vorhaben Nr. 20.119 BG, Chemnitz 10/2021
- [2] Friedrich, F.: Entwicklung innovativer Verfahren zur spannungsfreien Herstellung amorphen Kunststoffteile mit langzeitstabiler, transparenter Fügeverbindung, Zwischenberichterstattung zum ZIM Vorhaben Nr. ZF 4018662EB8, Chemnitz, 31.03.2021
- [3] Friedrich, F.: Entwicklung innovativer Verfahren zur spannungsfreien Herstellung amorphen Kunststoffteile mit langzeitstabiler, transparenter Fügeverbindung, Schlussberichterstattung zum ZIM Vorhaben Nr. ZF 4018662EB8, Chemnitz, 30.11.2021
- [4] Hüllmann, A., Gehde, M.: Entwicklung von Verfahren und Ausrüstungen zur industriellen Herstellung von primärstrukturadäquaten Bastfaser-Halbzeugen für Faserverbundwerkstoffe. Abschlussbericht 16KN034838, Chemnitz 03/2021
- [5] Risch, T.: Entwicklung eines schubkurbelgetriebenen Vibrationsgleitförderers mit elliptischer Schwingbewegung
- [6] Risch, T.: Entwicklung von Textilstrukturen und darauf basierenden Antriebskomponenten mit geometrisch unbestimmten formschlüssigen Einheiten zur Kraftübertragung in Förder- und Antriebssystemen
- [7] Schmeißer, N.: Analyse, Simulation und Validierung des Formfüllverhaltens von hochgefüllten duroplastischen Formmassen in der Spritzgießverarbeitung. Abschlussbericht zum IGF-Vorhaben Nr. 19969 BG, Chemnitz 07/2021
- [8] Schmeißer, N.: DuroHyb – Methoden- und Technologieentwicklung zur Konzeption, Konstruktion, Herstellung und Prüfung von langzeitbetriebssicheren Metall-Duroplast-Verbunden in höchst beanspruchten Bauteilen. Zwischenbericht zum BMBF Vorhaben 03XP0268F, Chemnitz 04/2021
- [9] Schmitt, M.: Repräsentative Untersuchungsstrategien für ein integratives Systemverständnis von spezifischen Einträgen von Kunststoffen in die Umwelt. Zwischenbericht BMBF, Chemnitz 04/2021
- [10] Schmitt, M.: Schlussbericht zum ZIM Vorhaben Flächentemperierung, Schlussbericht zum ZiM Vorhaben ZF4018661EBB8, 06/2021

- [11] Schöneck, T., Maximow, I.; Vetter, M.; Zimmerhackl, L.: Entwicklung einer Magnetisiertechnologie und Welle für intelligente Linearführungen. Zwischenbericht der Kooperationspartner. ZIM Kooperationsprojekt des BmWi. Waldenburg, Chemnitz 03/2020
- [12] Schubert, C.; Kluge, P.; Eichhorn, S.; Schmeing, M.: Nanoskalige Modifizierung von Holzwerkstoffen für technische Anwendungen im Maschinenbau. Zwischenbericht ZF4186705VS9, ZF4018668VS9, Kirchhundem, Chemnitz 9/2021.
- [13] Sumpf, J.: Ökologische Bewertung von tribologisch beanspruchten Kunststoffbauteilen (Röchling Stiftung)

4.5.4 Gutachten

Prof. Dr.-Ing. Michael Gehde:

- Gutachten zur Dissertation A. Müller: Einfluss der Spritzgießverarbeitung auf die biologische Sicherheit von Medizinprodukten, 08/21
- Gutachten zur Dissertation M. Constantinou: Beitrag zum Infrarotschweißen von Kunststoffen in der industriellen Fertigung - Werkstoffbelastung, mechanische Eigenschaften und Fügen endlosfaserverstärkter Thermoplaste, 08/21

Dr.-Ing. Sebastian Weise

- Bewertung eines Fördersystems mit Kunststoffketten beim Einsatz im Ofen

4.6 Zusammenarbeit

4.6.1 Zusammenarbeit mit Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen

International

- Prof. Asen Zlatarov Universität Burgas, Bulgarien
- Technische Universität Graz, Institut für Technische Logistik, Österreich
- Technische Universität Wien, Institut für Konstruktionswissenschaften und Technische Logistik, Österreich
- TH Brno/FT Zlin, Lehrstuhl Kunststoffverarbeitung, Zlin, Tschechien
- Ukrainische Staatliche Chemisch-Technologische Universität, Dnipro, Ukraine

National

- FH Rosenheim
- FH Schmalkalden
- FILK gGmbH Freiberg
- Forschungsgesellschaft Kunststoffe e.V., Darmstadt
- Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e. V. des DVS (DVS), Düsseldorf
- Forschungsvereinigung Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen e.V., Rudolstadt
- Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML), Dortmund
- Fraunhofer-Institut für Holzforschung
- Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU), Chemnitz, Dresden

- GfT (Gesellschaft für Tribologie)
- Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V., Stuttgart
- Hochschule Darmstadt, Darmstadt
- Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Fachbereich Holzingenieurwesen
- Hochschule Mittweida, Mittweida
- ICM – Interessenverband Chemnitzer Maschinenbau e. V., Chemnitz
- ILK Dresden
- IMA Dresden
- Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT), Universität Stuttgart
- Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL), KIT – Karlsruher Institut für Technologie
- Institut für Kunststofftechnik (IKT) Universität Stuttgart
- Institut für Kunststofftechnik, Universität Paderborn
- Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Industrie und Handwerk an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
- Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), TU Dresden
- Institut für Logistik und Materialflusstechnik (ILM), Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Institut für Naturstofftechnik, TU Dresden
- Institut für Produkt Engineering, Konstruktion und Kunststoffmaschinen, Universität Duisburg-Essen
- Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme, TU Dresden
- Institut für Technische Logistik, TU Hamburg
- Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA), Leibniz Universität Hannover
- Institut für Verbundwerkstoffe IVW, Kaiserslautern
- Institut für Werkstofftechnik, Universität Kassel
- Kunststoff-Zentrum in Leipzig gGmbH (KuZ), Leipzig
- Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen FLW, Technische Universität Dortmund
- Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml), TU München
- Lehrstuhl für Kunststofftechnik, Universität Erlangen – Nürnberg
- Lehrstuhl für Kunststofftechnologie, Technische Universität Dortmund
- Lehrstuhl für Maschinenelemente und Technische Logistik (MTL), Universität der Bundeswehr Hamburg
- Lehrstuhl für Produktionsorganisation und Logistik (LPL), Universität Rostock
- Lehrstuhl für Transportsysteme und -logistik (TuL), Universität Duisburg-Essen
- Leibniz Institut für Polymerforschung Dresden e.V. (IPF), Dresden
- Netzwerk Forschung und Entwicklung Kunststofftechnik Mitteldeutschland (FEKM)
- Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI), Chemnitz
- Technische Universität München, Lehrstuhl für Holzwissenschaft
- Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e. V. (TITK), Rudolstadt
- TU Bergakademie Freiberg
- TU Clausthal-Zellerfeld
- Universität Göttingen, Abteilung Holzbiologie und Holzprodukte
- Westsächsische Hochschule Zwickau
- WGTL (Wissenschaftliche Gesellschaft für Technische Logistik)

4.6.2 Zusammenarbeit mit der Industrie (Auszug)

Im Rahmen von grundlagenorientierten, anwendungsnahen und rein industriellen Projekten erfolgt eine enge Zusammenarbeit des ifk mit der einschlägigen Industrie unterschiedlicher Branchen, wie z. B. Fahrzeugbau (Personen- und Nutzfahrzeuge, Schienenfahrzeuge, Landmaschinen), Allgemeiner Maschinenbau, Kunststofftechnik, Kunststoffverarbeitung, Kunststoff-Fügetechnik, Apparate- und Anlagenbau sowie Lebensmittel-, Getränke- und Verpackungsindustrie.

- Arburg Maschinenfabrik Hehl & Söhne GmbH & Co. KG, Loßburg
- AViTEQ Vibrationstechnik GmbH, Hattersheim
- B. Braun Melsungen AG, Melsungen
- BASF AG, Ludwigshafen
- bdtronic GmbH, Weikersheim
- Beyer Maschinenbau GmbH, Roßwein
- BG ETEM Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Fachgebiet Druck und Papierverarbeitung, Wiesbaden
- Bielomatik Leuze GmbH, Neuffen
- BLUME-ROLLEN GmbH, Radevormwald
- Bosch Rexroth AG, Stuttgart
- Branson, Dietzenbach
- BRECO Antriebstechnik Breher GmbH & Co. KG, Porta Westfalica
- BSH Hausgeräte GmbH, Dillingen
- Cetex Chemnitzer Textilmaschinenentwicklung gGmbH, Chemnitz
- CEWUS Chemnitzer Werkstoff- und Oberflächentechnik GmbH, Chemnitz
- CKT Kunststoffverarbeitungstechnik GmbH Chemnitz, Mittweida
- Coesfeld Materialtest GmbH & Co. KG, Dortmund
- Core Mountains GmbH, Chemnitz
- Covestro AG, Leverkusen
- Daimler AG, Sindelfingen
- Dohle Extrusionstechnik, Ruppichteroth
- Dynisco Geräte GmbH, Heilbronn
- EBERT Kettenspanntechnik, Freiroda
- EUMA GmbH, Flöha
- FERAG AG, Hinwil (Schweiz)
- Frank GmbH, Mörfelden-Walldorf
- FRIMO Technology GmbH, Hamburg
- Gates Mectrol GmbH, Pfungstadt
- Gates Mectrol, Inc., Salem (USA)
- Gebr. Ficker GmbH, Marienberg
- Geiger Technik, Garmisch-Partenkirchen
- Georg Kaufmann Tech-Center AG, Busslingen (Schweiz)
- Graf Plastics GmbH, Teningen
- KRONES AG, Neutraubling
- Kunststoff- und Elasttechnik GmbH, Liegau-Augustusbad
- Kunststofftechnik Weißbach GmbH, Gornau
- Kurec CKT GmbH, Bad Langensalza
- Lanxess AG, Dormagen
- LEISTER Process Technologies, Sarnen (Schweiz)
- Lichtenauer Mineralquellen, Lichtenau
- Liebherr-International Deutschland GmbH, Biberach
- LyondellBasell, Wesseling
- MAHLE Behr GmbH & Co. KG, Stuttgart
- Max Baermann GmbH, Bergisch Gladbach
- MKT Metall- und Kunststoffverarbeitung GmbH, Sehmatal
- modular automation GmbH, Darmstadt
- Mr. Snow GmbH, Chemnitz
- müller co-ax ag, Forchtenberg
- Murtfeldt GmbH, Dortmund
- NORDITEC GmbH, Zahrendorf
- Oechsler AG, Ansbach
- Papiertechnische Stiftung (PTS), Heidenau
- Polymer Reactor Technology GmbH, Ahaus
- Polymer Research Lab s.r.o., Zlin (CZ)
- Pröll KG, Weißenburg
- RF Plast GmbH, Gunzenhausen
- Robert Bosch GmbH, Waiblingen
- Robert Bosch GmbH, Reutlingen
- Röchling Engineering Plastics KG, Röchling Sustaplast KG, Haren
- Röstfein Kaffee GmbH, Magdeburg
- SANDER Fördertechnik, Chemnitz
- SAZ GmbH, Limbach-Oberfrohna
- Schindler Aufzüge, Ebikon (Schweiz)
- Schmietex Engineering GmbH, Hohenstein
- Silberland Sondermaschinen GmbH, Thum
- Simona AG, Kirn

- GWK Gesellschaft Wärme Kältetechnik GmbH, Meinerzhagen
- Habasit GmbH, Rödermark
- HELLA GmbH & Co. KGaA, Lippstadt
- Hermann Ultraschalltechnik GmbH, Karlsbad
- Ingenieurbüro und Plastverarbeitung Quinger GmbH, Flöha
- Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH
- iwis antriebssysteme GmbH, Wilnsdorf
- iwis motorsysteme GmbH & Co. KG, München
- JoinTec Consulting, Ingenieurbüro Friedrich, Chemnitz
- HQM Scherdel (Tube Technology Systems) GmbH, Standort Zwickau
- IPLA & R-KT GmbH & Co.KG Ransbach-Baumbach
- KraussMaffei Technologies GmbH, München
- STAHL CraneSystems GmbH, Künzelsau
- Steinbeis Forschungszentrums für Fördertechnik und Intralogistik, Oederan
- Telsonic GmbH, Erlangen
- TER HELL PLASTIC GMBH, Herten
- Terbrack Kunststoff GmbH & Co, Vreden
- Tisora GmbH, Chemnitz
- Trelleborg Sealing Profiles Germany GmbH, Grossheubach
- Ulrich Anlagen- und Maschinenbau GmbH, Pirna
- Vis Belting GmbH, Treuen
- Volkswagen Sachsen GmbH, Mosel und Wolfsburg
- Vyncolit Neopreg AG, CH-Gelterkinden
- Willfried Mende GmbH Klingenberg
- ZWICK GmbH & Co. KG, Ulm

4.6.3 Mitgliedschaft in wichtigen Gremien – Überblick

Prof. Dr.-Ing. Michael Gehde

- geschäftsführender Direktor des Institutes für Fördertechnik und Kunststoffe,
- Mitglied im Fakultätsrat der Fakultät für Maschinenbau
- Mitglied in der Studienkommission und im Prüfungsausschuss für den Studiengang Maschinenbau (Bachelor/Master/Diplom)
- Mitglied im Prüfungsausschuss für den Studiengang Print and Media Technology bzw. Media Production (Bachelor/Master)
- 2 Perioden DFG Fachkollegiat 401: Produktionstechnik, Kunststofftechnik
- Wissenschaftlicher Arbeitskreis Kunststofftechnik (WAK), Vorstand (Vorsitzender)
- Kuratorium der Fördergemeinschaft für das Kunststoff Zentrum in Leipzig
- Kuratorium und Wissenschaftlicher Beirat des TITK, Rudolstadt
- Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen FILK, Freiberg
- Vorsitzender der Ausbildungsinitiative Kunststofftechnik in Mitteldeutschland
- Mitglied im DVS - Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V.
- Mitglied in der AiF-Forschungsvereinigung Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen e. V.
- Mitglied in der AiF-Forschungsvereinigung für Räumliche Elektronische Baugruppen 3D MID e. V.
- Mitglied Redaktionsbeirat der „Joining Plastics“
- Beirat DGM-Tagung Werkstoffwoche, Komplex: Ressourceneffizienz, Hybride Werkstoffe und Prozesse

Prof. Dr.-Ing. Markus Golder

- Mitglied im Prüfungsausschuss für den Studiengang Systems Engineering (Bachelor/Master/Diplom)
- Mitglied der Europäischen Normungsarbeitsgruppe CEN/TC 147 WG2: Krane - Konstruktion allgemein (EN 13001)

- Mitglied des NA 060 DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)
- Mitglied des NA 060-22-10 AA Arbeitsausschuss Lenkungsausschuss Krane und Hebezeuge
- Mitglied der Fédération Européenne de la Manutention, Product Group Cranes and Lifting Equipment, Lifting Equipment and Hoisting Equipment National Committee (FEM PG CLE EOT)
- Mitglied des Sub Committee ISO/TC 96/SC3 Cranes - Selection of wire ropes Projektleiter ISO/TC 96/SC 3/WG 3 Selection of wire ropes, drums and sheaves
- Chairman des Sub Committee ISO/TC 96/SC10 Cranes - Design principles and requirements
- Mitglied in der Bundesvereinigung Logistik (BVL)

Dr.-Ing. Christoph Müller

- Mitglied in der Studienkommission und im Prüfungsausschuss für den Studiengang Textile Strukturen und Technologien (Master)
- Mitglied im wiss. Beirat STFI und TITK
- Mitglied in vti
- Mitglied im Bundesverband des Deutschen Seiler- und Netzmacherhandwerks e.V.

Dr.-Ing. Jens Sumpf

- Mitglied Gesellschaft für Tribologie e. V. (GfT)
- Mitglied in der Bundesvereinigung Logistik (BVL)

Dr.-Ing. Sebastian Weise

- Mitglied in der Bundesvereinigung Logistik (BVL)

Eric Brückner

- DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V.
- DVS AG W 4.1d „Ultraschallschweißen“ stellvertretender Obmann

Fabian Friedrich

- DVS AG W 4.1a „Heizelementschweißen von Rohren und Tafeln“
- DVS AG W 4.4 „Messen und Prüfen“

Mirko Albrecht

- Gleichstellungsbeauftragter (Stellv.), Fakultät für Maschinenbau

Sven Eichhorn

- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: Fachgutachter

5. Wegweiser zum Institut, Kontakt



1...Sitz des Instituts für Fördertechnik und Kunststoffe im Erdgeschoss des Rühlmann-Baus, Gebäudeteil D, Raum 2/D031 (neu: C24.031 / D-Bau)

Technische Universität Chemnitz
Institut für Fördertechnik und Kunststoffe

Sitz des Instituts:	Reichenhainer Straße 70, 09126 Chemnitz
Telefon:	(0371) 531 23130
Fax:	(0371) 531 23139
Internet:	http://www.tu-chemnitz.de/mb/ifk/ http://www.tu-chemnitz.de/mb/KunstStTechn/ http://www.tu-chemnitz.de/mb/FoerdTech/

Jahresbericht 2021

Herausgeber:	Vorstand des IFK
E-Mail:	kunststoffe@mb.tu-chemnitz.de
Redaktionelle Bearbeitung:	Dr.-Ing. Brit Clauß
Titelbild:	Sphärolithstruktur eines Thermoplasten, Foto: Professur Kunststoffe

