



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**



ITM

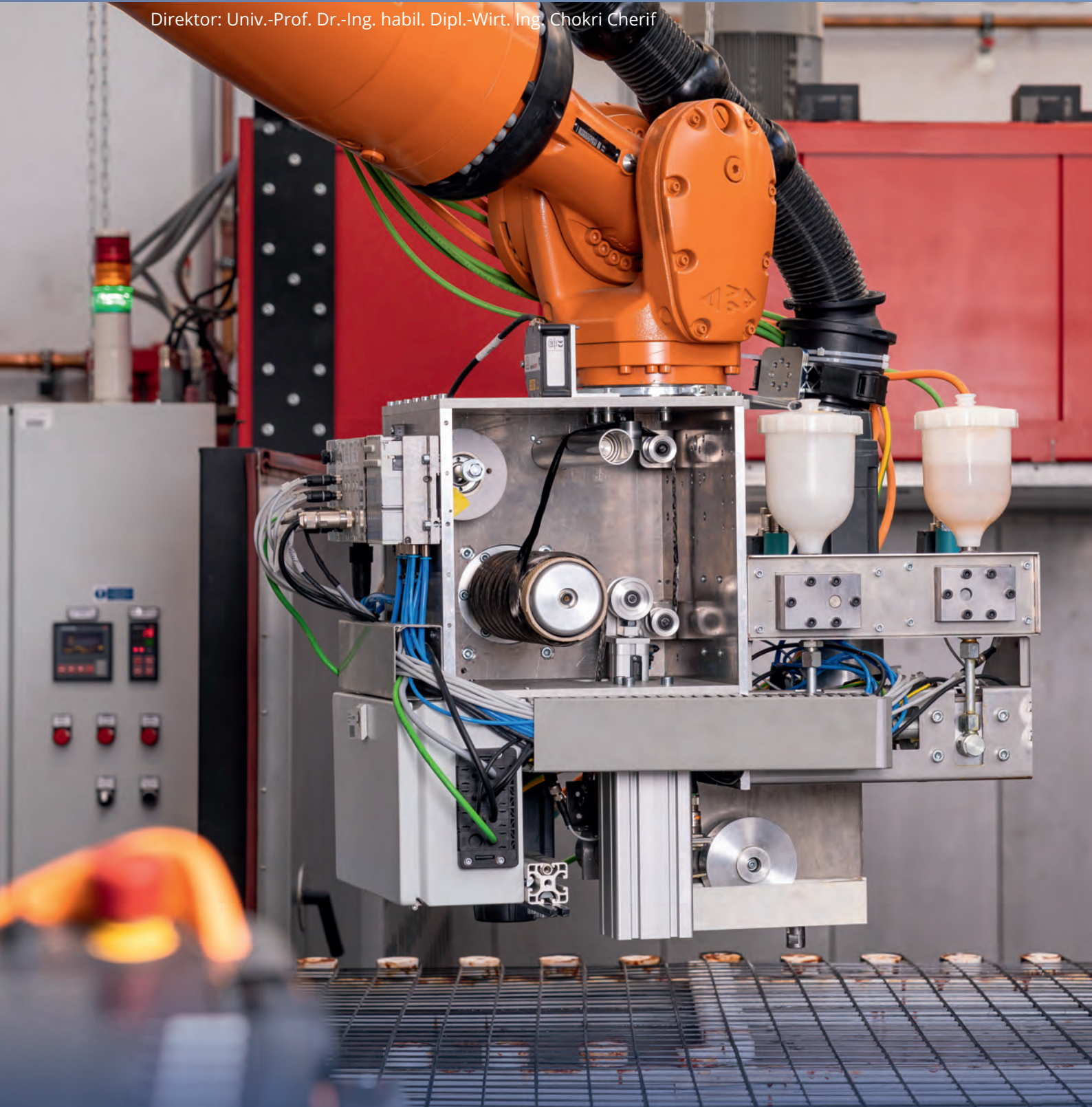
**LEADING IN FIBRE
& TEXTILE TECHNOLOGY**

Forschungsinstitut
der Exzellenzuniversität



Fakultät Maschinenwesen Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik

Direktor: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Wirt. Ing. Chokri Cherif



JAHRESBERICHT 2020

ANNUAL REPORT 2020

Herausgeber:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Wirt. Ing. Chokri Cherif

Redaktion, Layout, Satz:
Annett Dörfel, Daniella Modler

Postanschrift:
TU Dresden
Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik
01062 Dresden

Besucheranschrift:
Hohe Straße 6
01069 Dresden

Telefon: (0351) 463 39300
Telefax: (0351) 463 39301

E-Mail: i.textilmaschinen@tu-dresden.de

<https://tu-dresden.de/mw/itm>

facebook



LinkedIn



XING



Redaktionsschluss: 31.03.2021

Bildnachweise: wie gekennzeichnet; Bildmaterial ohne Angabe: © ITM

Druck: addprint® AG

ISSN 2365-1539

**Jahresbericht
des
Institutes für Textilmaschinen und
Textile Hochleistungswerkstofftechnik
der TU Dresden**

**Annual Report
of
Institute of Textile Machinery and
High Performance Material Technology
at TU Dresden**

2020

Liebe Freundinnen und Freunde sowie
Partner des Institutes,

liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie
Studierende,

der vorliegende Jahresbericht 2020 bietet Ihnen wieder einen umfassenden Überblick über die vielfältigen interdisziplinären Aktivitäten am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden in Lehre und Forschung entlang der gesamten textilen Prozesskette. Wir zeigen Ihnen unsere Forschungskompetenzen anhand aktueller Highlights und Veröffentlichungen, besonders ausgewiesene Expertisen und die exzellente Infrastruktur für die Durchführung industrierelevanter Projekte. Insbesondere wollen wir auch Ihre Aufmerksamkeit und Ihr Interesse für eine zukünftige Zusammenarbeit gewinnen und bedanken uns gleichzeitig ganz herzlich für Ihre bisherige enge Verbundenheit und vertrauensvolle Zusammenarbeit mit unserem Institut, die einen erheblichen Anteil an der erfolgreichen Umsetzung unserer Ziele hat.

Seit nunmehr über 1,5 Jahren stellen wir uns aufgrund der coronabedingten Einschränkungen bei unseren vielseitigen fächerübergreifenden Forschungs- und Lehraktivitäten immer wieder neuen Herausforderungen. Seit dem Sommersemester 2020 werden alle Lehrveranstaltungen am ITM mit viel Einsatzkraft und Engagement online angeboten. Zum Teil können wir unseren Studierenden zusätzlich, unter Einhaltung der aktuellen Hygienevorschriften, Praktika an Textilmaschinen und CAE-Tools sowie Vorlesungen in Präsenz bzw. als hybride Veranstaltungen anbieten, was sehr dankbar angenommen wird. Virtuelle Projekttreffen per Telefon- oder Videokonferenz haben sich längst in unserem Arbeitsalltag etabliert und für viele Belange als vorteilhaft erwiesen, z. B. aufgrund der Einsparung von Reisezeiten/-kosten. Nichtsdestotrotz ist der persönliche Erfahrungsaustausch damit nicht ersetzbar und wir hoffen alle, dass sich im kommenden Jahr die Gesamtsituation wieder entspannt und wir uns mit Ihnen wieder in Präsenz austauschen können, z. B. anlässlich der **TECHTEXTIL & TEXPROCESS**, bei denen wir wieder mit je einem Stand vertreten sein werden.

Trotz aller Einschränkungen war auch das vergangene Jahr 2020 wieder von vielen Highlights geprägt, von denen wir ausführlich in dieser Ausgabe berichten. Dazu zählen u. a. – das erfolgreiche, interdisziplinäre IGF-Projekt „**Simulationsgestützte Entwicklung einer flexiblen Technologie zur Umsetzung biomimetischer, langzeitresorbierbarer funktionaler und stabiler Trommelfellimplantate**“ (S. 8 ff.), welches für die Finalrunde IGF-Projekt des Jahres 2021 des 25. Otto von Guericke-Preises ausgewählt wurde – die Erweiterung der Forschungsaktivitäten am ITM durch **Etablierung und Ausbau der robotergestützten Anwendungen** (S. 14 ff.) – **sechs erfolgreich abgeschlossene Promotionen** am ITM (S. 71 ff.) – Wissenschaftlerteam des ITM gehört zu den **Finalisten des 24. Otto von Guericke-Preises 2020** (S. 78) – die erste vom ITM organisierte und durchgeführte Online-Konferenz **CLOTECH 2020, 13th Joint International Conference**, (S. 80) – die erstmalige Teilnahme des ITM als Aussteller an den virtuellen Messen **MSE 2020 & CellMAT 2020** (S. 81) – um an dieser Stelle nur einige Highlights zu nennen.

Dear friends and partners of our institute,
dear employees and students,

This annual report 2020 will once again offer you an insight into the various interdisciplinary activities in research and education performed along the entire textile process chain at the Institute of Textile Machinery and High Performance Material Technology (ITM) of TU Dresden. We will introduce you to our research competences, current highlights and publications, expertise and our excellent infrastructure for the implementation of industrial projects. We would also like to draw your attention to potential future collaborations, while at the same time sincerely thanking you for the close and trusting cooperation of the past year – you have significantly contributed to the successful realization of our goals!

*For the past 1.5 years we have had to constantly adapt to the everchanging challenges posed by Covid-19 affecting a wide range of interdisciplinary research and education activities. Ever since the summer semester of 2020, all courses and lectures have been held online thanks to the efforts and commitment of the ITM staff. In addition, we were able to offer several practical courses in terms of textile machinery and CAE tools as well as selected lectures on site or as hybrid events, of course in consideration of all current Covid-19 regulations, which was thankfully accepted by our students. In the meantime, project meetings via phone or video conference have become second nature to us and are much appreciated due to numerous advantages, for example by saving travelling times and costs. Nevertheless, personal exchange is still essential and we all hope that the pandemic situation will ease within next year so we will be able to meet you again in person, for example at **TECHTEXTIL & TEXPROCESS**.*

*Despite all restrictions, this past year 2020 still had many highlights to offer which we would like to present to you in this report. Among others, the successfully implemented IGF project „**Simulation-based development of a flexible technology for the implementation of biomimetic, long-term absorbable functional and stable eardrum implants**“ (p. 8 ff.) was selected for the final round of the 25th Otto von Guericke Award 2021 – the extension of our ITM research activities by **taking into operation and expanding our robotic devices** (p. 14 ff.) – **six successfully completed dissertations** at ITM (p. 71 ff.) – a team of ITM researchers that was among the **finalists of the 24th Otto von Guericke Award 2020** (p. 78) – the first ever online conference **CLOTECH 2020, 13th Joint International Conference**, organized by ITM (p. 80) – and ITM's first-time participation as exhibitor at the virtual exhibitions **MSE 2020 & CellMAT 2020** (p. 81).*

*Although TU Dresden was operating in Covid-19 emergency mode in 2020 which shut down the majority of our laboratory-based research operations, I am still able to look back at a year filled with research successes leading to over **150 publications** in well renowned scientific journals as well as national and international presentations. Hence, I want to take a moment to thank my employees for their continued commitment!*

Trotz des coronabedingten Notbetriebs im Jahr 2020 an der TU Dresden, bei dem auch der laborbasierte Forschungsbetrieb weitgehend eingestellt werden musste, blicke ich als Institutsdirektor und Wissenschaftler an der Exzellenzuniversität TU Dresden voller Stolz auf unsere errungenen Forschungserfolge und auf die rund **150 Forschungsbeiträge** in anerkannten Fachzeitschriften sowie nationalen und internationalen Vorträgen. Ich danke an dieser Stelle meinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ganz herzlich für ihr stetiges Engagement.

Mit den derzeit insgesamt **über 350 Studierenden mit textilem Bezug im Hauptstudium** leisten wir am ITM im Studienjahr 2020/21 einen wichtigen Beitrag zur Nachwuchsgewinnung für die interdisziplinäre textile Fachwelt. In der Studentenwerbung merken wir, dass wir durch die Kopplung zwischen textiler Ausbildung an der TU Dresden und dem Aufzeigen der hervorragenden Perspektiven in der Industrie nach Abschluss des Studiums immer wieder viele interessierte Studierende für ein Hauptstudium auf dem Gebiet des Textilmaschinenbaus sowie der Textil- und Montagetechnik gewinnen können. Weiterhin ist das ITM jährlich in die Ausbildung Studierender anderer Studiengänge (Maschinenbau/Leichtbau und Wirtschaftsingenieurwesen) sowie im Rahmen des studium generale involviert. Wir danken an dieser Stelle dem **VDMA Fachverband Textilmaschinen - Walter Reiners-Stiftung, dem VDMA Fachverband Textile Care, Fabric and Leather Technologies, dem DAAD**, der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden, dem Freundes- und Förderkreis des ITM sowie namenhaften Unternehmen, wie **Lindauer DORNIER GmbH, KARL MAYER Technische Textilien GmbH, P-D Management Industries-Technologies GmbH, Saertex GmbH & Co. KG** und **Rieter Ingolstadt GmbH**, mit deren finanzieller Unterstützung wir jährlich unsere Studentenwerbungsaktivitäten durchführen und durch die Vergabe von Deutschlandstipendien Studierende am ITM fördern können. Besonders hervorzuheben ist das Engagement unseres ehemaligen Studenten **Herrn Dr. Mohammad Kamruzzaman, der als ALUMNI der TUD 7.200 EUR für vier Jahresstipendien** spendete.

Nach diesem sehr erfolgreichen Rückblick auf das vergangene Jahr lade ich Sie als Mitveranstalter und -organisator schon jetzt sehr herzlich zur diesjährigen **Aachen-Dresden-Denkendorf International Textile Conference (ADD-ITC) am 09. und 10. November 2021** ein – in diesem Jahr digital aus Stuttgart mit drei parallelen Vortragssessions und über 60 Vorträgen mit besonders industrierelevanten Themen. Aufgrund der anhaltenden und ungewissen Pandemiesituation haben wir Organisatoren uns bereits frühzeitig entschieden, die ADD-ITC 2021 digital durchzuführen. Wir versprechen Ihnen, dass neben den nationalen und internationalen Fachvorträgen auch das Netzwerken nicht zu kurz kommt. In jeder Pause besteht die Gelegenheit zum Austausch miteinander per Videochat in thematischen Diskussionsräumen oder zwanglos im virtuellen Foyer. Wir freuen uns auf Ihre aktive Teilnahme.

Das ITM mit seinen über 240 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern freut sich auf weitere gemeinsame Erfolge und eine weiterhin gute Zusammenarbeit mit Ihnen.

*Thanks to the currently **over 350 students focussing on the textile field in their main studies** in the academic year 2020/21, we are able to once again make a considerable contribution to recruiting young talents for the interdisciplinary textile sector. During student recruitment events it has come to our attention that it is the combination of excellent education in the textile field at TU Dresden and promising professional perspectives in the industry after graduation that has convinced numerous students to pursue their main studies in the field of textile machinery or textile and assembly technology. Moreover, the ITM is involved in other study courses (mechanical engineering/lightweight engineering, industrial engineering) and the so-called studium generale. We would like to take the opportunity to thank the **VDMA Fachverband Textilmaschinen - Walter Reiners Foundation, the VDMA Fachverband Textile Care, Fabric and Leather Technologies, the German Academic Exchange Service (DAAD)**, the Faculty of Mechanical Science and Engineering of TU Dresden, the Circle of Friends and Supporters of the ITM and renowned companies such as **Lindauer DORNIER GmbH, KARL MAYER Technische Textilien GmbH, P-D Management Industries-Technologies GmbH, Saertex GmbH & Co. KG** and **Rieter Ingolstadt GmbH** for their annual financial support for our student recruitment activities and scholarships for ITM students. We also want to explicitly thank our former student **Dr. Mohammad Kamruzzaman, who supported us with 7,200 EUR, thus enabling four annual scholarships**.*

To conclude this introduction to our annual report, I would like to invite you to join this year's Aachen-Dresden-Denkendorf International Textile Conference (ADD-ITC) on the 9th and 10th of November 2021 in my function as co-host and -organizer – this year's digital conference will be based in Stuttgart and comprise three parallel sessions and more than 60 presentations with a focus on industrial topics. Since the pandemic situation is still unstable and unpredictable to a certain extent, we as organizing team have decided to hold this conference in the digital space. We are absolutely dedicated though to make sure there will be enough room for networking in addition to our national and international expert presentations. Every break will offer you the opportunity to socialize via video chat in thematic virtual rooms or in a virtual lobby. We are very much looking forward to your active participation!

On behalf of the ITM with its over 240 employees, I am looking forward to our next joint success stories and further fruitful cooperation!



Ihr/Yours

Chokri Cherif



Wissenschaftlerteam des ITM - eine der Finalisten des Otto von Guericke-Preises 2020 – weiterlesen auf Seite 76



VDMA-Kreativitätspreis des Deutschen Textilmaschinenbaus 2020 an Nachwuchswissenschaftlerin des ITM verliehen – weiterlesen auf Seite 77



ITM auf virtuellen Tagungen, Messen und Veranstaltungen präsent – *weiterlesen auf Seite 78*



Neue Ausstattung am ITM – *weiterlesen auf Seite 86*

Vorwort / Preface

Highlights 2020

Forschungsveröffentlichungen / Research Articles

- 8 Simulationsgestützte Entwicklung biomimetischer, funktionaler und stabiler Trommelfellimplantate (MyringoSeal) / *Simulation-based development of biomimetic, functional, and stable tympanic membrane implants (MyringoSeal)*



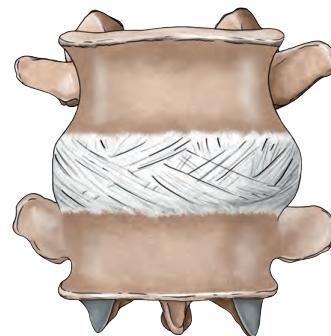
- 14 Robotik am ITM / *Robotics at ITM*
- 18 Entwicklung maßgeschneiderter Polymere und Präkursoren für multifunktionale Kohlenstofffasern – Nachwuchsforschergruppe e-Carbon / *Development of tailor-made polymers and precursors for multifunctional carbon fibers – Junior research group e-Carbon*
- 20 Entwicklung aerodynamisch optimierter Sportanzüge aus funktionellen Textilien zur Anwendung in Vertikalwindtunneln / *Development of aerodynamically optimized sports suits made of functional textiles for use in vertical wind tunnels*



Forschungskompetenzen / Research Competencies

- 26 Vom Rohstoff zu Hochleistungs-, Funktions- und biobasierten Fasern / *From raw materials to high performance, functional and bio-based fibers*
- 28 Neue Technologie zur Verspinnung von reinen Metallspinnfasern und zur Verarbeitung von Holzwolle / *New technology for spinning of pure metal staple fiber and for processing wood wool*
- 30 Innovative, auf Mikroebene homogen durchmischte Faserstrukturen aus recycelten Carbonfasern für Composites / *Innovative micro-level homogeneously mixed fiber structures made from recycled carbon fibers for composites*
- 32 Entwicklungen zum Hochleistungskettenwirkprozess und zu technischen Gewirken / *Development of the high-performance warpknitting process and technical warp knitting*

- 34 Multiaxial-Kettenwirk- und Robotiktechnologien für Verbundwerkstoffe / *Multiaxial warp knitting an robotic technologies for composite applications*
- 36 2D- und 3D-Gewebeentwicklung für tragende Verbundkonstruktionen und medizinische Anwendungen / *Development of 2D and 3D woven fabrics for load-bearing composites and medical applications*
- 38 Stricken – verstärkt, endkontur-, umformgerecht und funktionsintegriert / *Weft knitting – reinforced, near-net-shaped, true to form and functional designed*
- 40 Funktionalisierung und Modifizierung textiler Werkstoffe und Strukturen / *Functionalization and modification of textile materials and structures*
- 42 Textile Montage von Technischen Textilien / *Textile assembly of technical textiles*
- 44 Intelligente Textilstrukturen für Elastomerbauteile / *Smart textile reinforcement of rubber components*
- 46 Entwicklung fadenförmiger Sensor- und Aktorsysteme / *Development of fiber-based sensor and actuator systems*
- 48 Faserbasierte Biomedizintechnik / *Fiber-based biomedical technology*



- 50 Simulationsgestützte Entwicklung textiler Strukturen und Prozessketten für Hochleistungswerkstoffe / *Simulation-based development of textile structures and process chains for high-performance materials*
- 52 Virtuelle Produktentwicklung für biegeeweiche Materialien – CAE vom Design zum Produkt / *Virtual product development for low stiff materials – CAE from design to product*
- 54 Sensorische und aktorische Funktionalisierung Technischer Textilien / *Sensory and actuator functionalization of technical textiles*
- 56 Additive Fertigungstechnologien – Realisierung komplexer Strukturen und Ermöglichung neuer Methoden / *Additive manufacturing technologies – creating complex structures and enabling new methods*
- 58 Mess- und Prüftechnik zur physikalischen Charakterisierung von Hochleistungsfaserwerkstoffen und Textilstrukturen / *Measuring and testing equipment for the physical characterization of high-performance fiber materials and textile structures*
- 60 Skalenübergreifende Materialforschung mittels instrumenteller chemisch/physikalischer Analytik / *Multi-scale material research using instrumental chemical/physical analysis*
- 62 Zellbiologielabor: Untersuchung zellbiologischer Aspekte der Zellbesiedlung, -proliferation und -differenzierung im Kontakt mit textilen Medizinprodukten und Zellträgerstrukturen für die regenerative Medizin / *Cell biology laboratory: Evaluation of cellbiological aspects of colonization, proliferation and differentiation of cells after contact with textile medical devices and scaffolds for regenerative medicine*

Lehre / Education

- 64 Aktuelles zum Sommersemester 2020 und zum Wintersemester 2020/21 / *News about summer semester 2020 and winter semester 2020/21*
- 65 Stipendien für Studierende des ITM / *Scholarships for ITM students*
- 66 Beteiligung am Studiengang „European Master in Advanced Textile Engineering“ (E-Team) / *Participation in the course „European Masters in Advanced Textile Engineering“ (E-Team)*
- 66 Internationales Studenten-/Dozentenaustauschprogramm ERASMUS+ / *International program for exchange students ERASMUS+*
- 66 Studienwerbung / *Student recruitment*



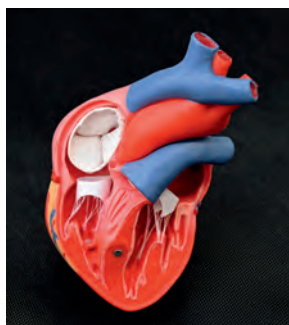
- 68 Etablierung eines Lernstudios an der Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten / *Establishment of a learning studio at the Chair for Development and Assembly of Textile Products*

Promotionen

- 69 Dissertation von Herrn Dr.-Ing. Lars Hahn / *Thesis of Dr.-Ing. Lars Hahn*
- 70 Dissertation von Herrn Dr.-Ing. Martin Hengsternann / *Thesis of Dr.-Ing. Martin Hengsternann*
- 71 Dissertation von Herrn Dr.-Ing. Moniruddoza Md. Ashir / *Thesis of Dr.-Ing. Moniruddoza Md. Ashir*
- 72 Dissertation von Herrn Dr.-Ing. Christian Franz / *Thesis of Dr.-Ing. Christian Franz*
- 73 Dissertation von Herrn Dr.-Ing. Ronny Brünler / *Thesis of Dr.-Ing. Ronny Brünler*
- 74 Dissertation von Herrn Dr.-Ing. Muhammad Awais / *Thesis of Dr.-Ing. Muhammad Awais*

Auszeichnungen, Ehrungen und Würdigungen / Distinctions, Honors and Appreciations

- 76 Wissenschaftlerteam des ITM – eine der Finalisten des Otto von Guericke-Preises 2020 / *Team of scientists from the ITM – one of the finalists of the Otto von Guericke Award 2020*



- 77 VDMA-Kreativitätspreis des Deutschen Textilmaschinenbaus 2020 an Nachwuchswissenschaftlerin des ITM verliehen / *VDMA Creativity Award of the German Textile Machinery Industry 2020 presented to young scientist of the ITM*

- 77 Studierender vom ITM erfolgreich bei der StuFoExpo 2020 / *Student from ITM successful at StuFoExpo 2020*

Präsentationen und Tagungsberichte / Presentations and Conference Proceedings

- 78 CLOTECH 2020 - 13th Joint International Conference
- 79 ITM auf den Messen MSE 2020 & CellMAT 2020 / *ITM at MSE 2020 & CellMAT 2020*
- 80 Online Events im Rahmen des DAAD-Projektes „German-Tunisian Partnership for capacity building in textiles“ / *Online events under the DAAD project „German-Tunisian Partnership for capacity building in textiles“*
- 81 ITM bei der Ausstellung „Textil? Zukunft!“ präsent / *ITM at the exhibition „Textile? Future!“*

Veranstaltungsvorschau / Exhibition Preview

- 82 Aachen-Dresden-Denkendorf International Textile Conference 2021 – DIGITAL aus Stuttgart
- 83 International Colloquium on Interactive Fiber Rubber Composites – DIGITAL aus Dresden



Informationen aus dem ITM / News from the ITM

- 84 Neue Mitarbeiter:innen / *New colleagues*
- 85 Ausgeschiedene Mitarbeiter:innen / *Departed colleagues*
- 85 Gastwissenschaftler:innen am ITM / *Visiting researcher at ITM*
- 86 Neue Ausstattung am Institut / *New equipment at ITM*



- 88 Institutsbesichtigungen am ITM / *ITM visits*
- 89 Dienstjubiläen / *Anniversaries*
- 90 Informationen des Wissenschaftlichen Beirates des Institutes für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik / *Information from the „Scientific Advisory Board for the ITM“*
- 91 Informationen des Freundes- und Förderkreises des ITM der Technischen Universität Dresden e.V. / *Information from the „Circle of Friends and Supporters of the ITM“*

Presse / Press

- 92 Artikel über das ITM / *Articles about the ITM*

Simulationsgestützte Entwicklung biomimetischer, funktionaler und stabiler Trommelfellimplantate (MyringoSeal)

Simulation-based development of biomimetic, functional, and stable tympanic membrane implants (MyringoSeal)

L. Benecke¹, Z. Chen², I. Zeidler-Rentzsch², M. Bornitz², D. Aibibu¹, M. Neudert², Ch. Cherif¹

¹ ITM, TU Dresden

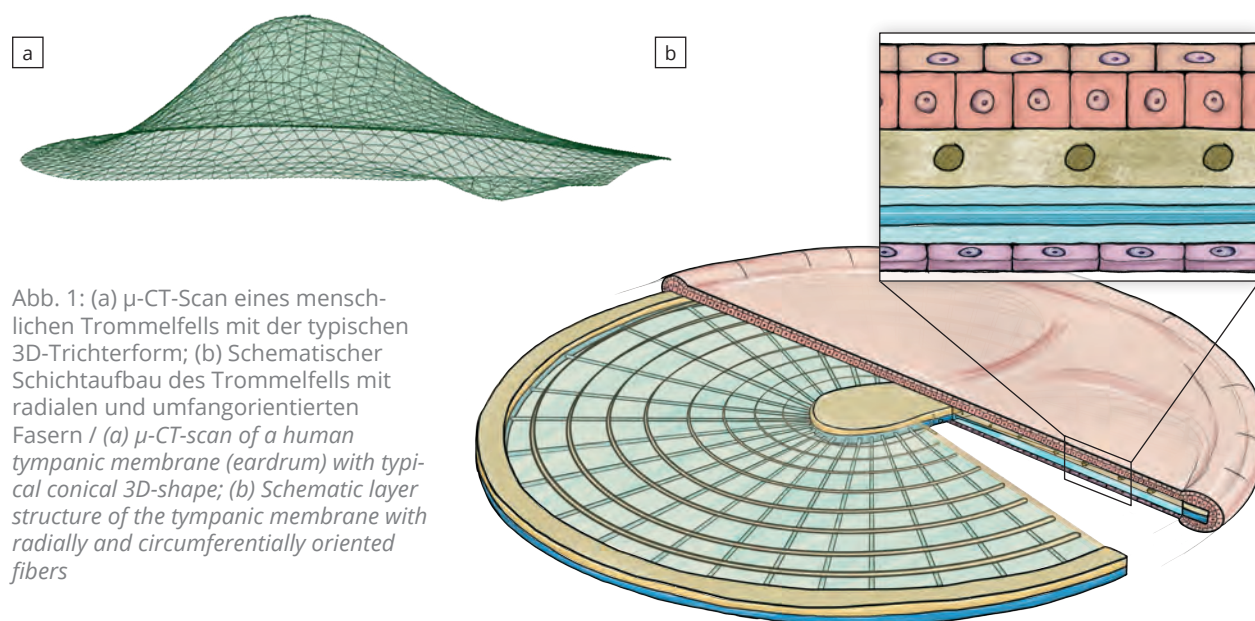
² Ear Research Center Dresden (ERCD), Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus, TU Dresden

Abstract

Tympanic membrane (eardrum) perforations affect millions of people worldwide. Persistent loss of hearing, dizziness, or tinnitus can be the consequences. Autologous tissues like fascia, perichondrium, or cartilage are used as standard materials in clinical practice to repair these defects, today. Anyway, neither these materials nor any approved synthetic implant matches the complex acousto-mechanical property profile of the native eardrum. The aim of this study is therefore to develop a flexible technology to generate functional biomimetic eardrum implants. With these new implants a full recovery and therefore an exceptional improvement in quality of life of the affected people is intended. Through targeted manipulation of the electric field during the electrospinning process, oriented fiber mats mimicking the native tympanic membrane fiber morphology could be generated. With the help of a developed finite element model of the electrospun membranes, these possible fiber morphologies were matched with the required properties and functional membranes were designed. These membranes were electrospun and characterized in ex vivo transplants, showing an exceptional recovery of the native oscillation profile.

Einleitung und Zielstellung

Der teilweise oder komplette Verlust des Gehörs durch Perforationen des Trommelfells (TF) kann vielfältige Ursachen haben, z. B. mechanische Traumata, Explosionen oder Entzündungen und führt zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Lebensqualität der betroffenen Patient:innen. Laut Zahlen der WHO leiden allein 32 Millionen Menschen an einer chronischen Mittelohrentzündung und davon etwa die Hälfte unter Folgeschäden am Trommelfell. Der aktuelle „Gold-Standard“ zur Behandlung von Trommelfelldefekten sind autologe (körpereigene) Materialien wie Muskelfaszie, Knorpel und Knorpelhaut [1]. Neben einer stark begrenzten Verfügbarkeit dieser Materialien und Risiken für die Patient:innen durch eine zusätzliche Operation, besitzen sie nicht die notwendigen akusto-mechanischen Schwingungseigenschaften für eine vollständige Wiederherstellung des Hörvermögens. Bislang existieren auch keine synthetischen Materialien mit dem geforderten, komplexen Eigenschaftsprofil. Zur Schließung dieser Lücke und gezielten Überwindung der Nachteile der autologen Materialien war das Ziel dieses Forschungsprojekts die simulationsgestützte Entwicklung einer flexiblen Technologie zur Umsetzung biomimetischer langzeitresorbierbarer funktionaler und stabiler Trommelfellimplantate und dabei insbesondere von Ersatzmembranen für das Trom-



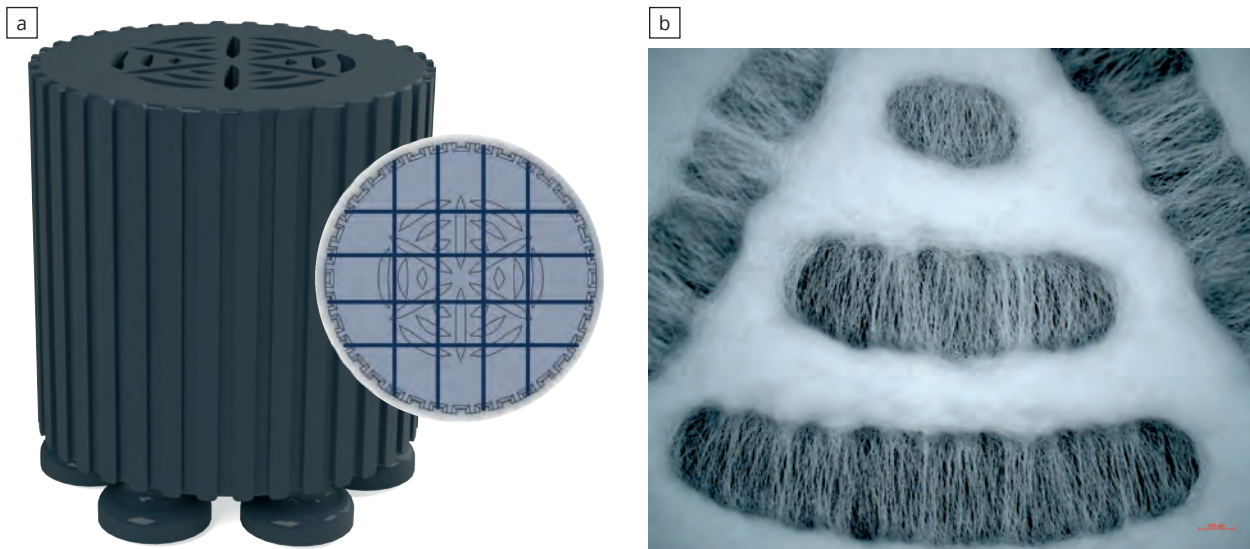


Abb. 2: (a) 3D-gedruckter Kollektor mit integrierten isolierenden Bereichen zur Realisierung orientierter Fasern mit Haken und Führungsschienen zur gezielten Ablage vorkristallisierter Filamente (Schachbrettmuster beispielhaft eingezeichnet); (b) Lichtmikroskopische Aufnahme der resultierenden orientierten Faserbereiche (radial und umfanggerichtet) / (a) 3D-printed collector with integrated isolating air gaps to realize oriented fibers, including hooks and guiding rails for the integration of precrystallized filaments in defined patterns (exemplary chessboard pattern); (b) Light microscopy image of resulting oriented fibers (radial and circumferential)

melfell auf Basis der Biopolymere Polycaprolacton (PCL) und Seide (Seidenfibroin, SF). Das menschliche Trommelfell besitzt eine charakteristische 3D-Trichterform und ist aus mehreren Lagen Kollagen- und Elastinfasern mit jeweils unterschiedlicher Faserorientierung aufgebaut (Abb. 1). Die Form und Faserorientierung bestimmen maßgeblich die Schwingungseigenschaften des Trommelfells und ermöglichen somit die definierte Schallweiterleitung an die Gehörknöchelchenkette. Zusätzlich erfüllt das Trommelfell noch weitere Funktionen, z. B. den Ausgleich von Luftdruckunterschieden, wofür eine gewisse mechanische Stabilität notwendig ist. In diesem Forschungsvorhaben soll der Aufbau des natürlichen Trommelfells mit Hilfe der Elektrospinntechnologie in einer Ersatzmembran biomimetisch nachempfunden werden. Durch modulare konstruktiv-technologische Weiterentwicklungen sollen dazu die biomimetische Faserorientierung und dreidimensionale Form sowie die Integration von Verstärkungsfilamenten in definierten Mustern ermöglicht werden, um die notwendigen akusto-mechanischen Eigenschaften für ein funktionelles Trommelfellimplantat realisieren zu können.

Konstruktiv-technologische Weiterentwicklung der Elektrospinntechnologie zur Realisierung des biomimetischen Aufbaus der Ersatzmembran

Das Elektrospinnen ist eine flexible Technologie zur Generierung von mikro- bis nanoskaligen Fasern. Die Fasern entstehen aus einer unter Spannung gesetzten Lösung oder Schmelze in einem elektri-

schen Feld. Durch die Beschleunigung in Richtung eines geerdeten Kollektors und dabei auftretende, sich überlagernde Biegungsinstabilitäten erfolgt eine Verstreckung bis hin zu Nanofasern. Diese Instabilitäten bedingen weiterhin eine willkürliche Ausrichtung und Ablage der Fasern. Ein Ziel des Forschungsprojekts war die biomimetische Wiedergabe der Faserstruktur des Trommelfells durch eine definierte Faserablage im Spinnprozess. Dafür wurden das elektrische Feld mittels zusätzlicher Elektroden und Isolatoren sowie Relativbewegungen zwischen Elektroden und Kollektor gezielt beeinflusst [2-4].

Mit Hilfe des 3D-Drucks wurden dazu technisch effizient, komplexe Kollektoren mit integrierten, nach definierten Mustern angeordneten Luftspalten (Isolatoren) auf Basis von mit Graphit beschichtetem Acryl realisiert (Modul 1). Diese Kollektoren und insbesondere die Geometrie und Anordnung der Spalte erlauben nun die definierteerspinnung und Orientierung von Fasern (Abb. 2). Je nach Anordnung der Spalte sind die Fasern in Umfangsrichtung der biomimetischen Ersatzmembran oder radial dazu erspinn- bzw. orientierbar. Mit Hilfe von im Projekt entwickelten, zusätzlichen, nadelförmigen Elektroden unterhalb des Kollektors ist darüber hinaus während des Spinnprozesses die lokal auf dem Kollektor abgelegte Fasermenge gezielt beeinflussbar. Dadurch ist neben der 2D-Geometrie erstmals auch das spezifische 3D-Dickenprofil eines menschlichen Trommelfells in einer Ersatzmembran direkt nachbildbar. Ein weiterer Projektschwerpunkt war die Entwicklung von Möglichkeiten zur gezielten Einstellung der mechanischen Eigenschaften der Ersatzmembran über die definierte, mustergemäße Anordnung vorkristallisierter Filamente (Modul 2).

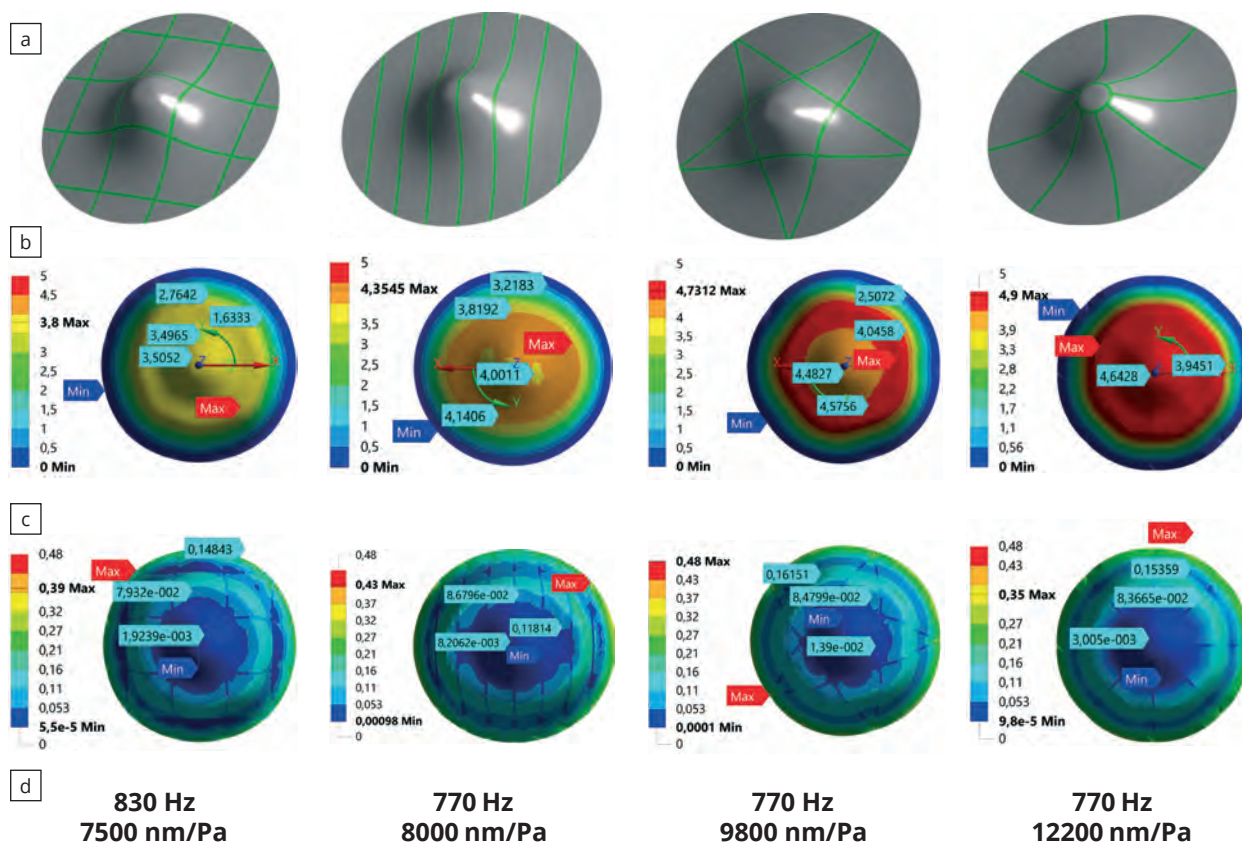


Abb. 3: Simulation unterschiedlicher Muster der vorkristallisierten Filamente (a) mit den dazugehörigen Auslenkungen (b) und Dehnungsverläufen (c) sowie Frequenz und Amplitude der ersten Resonanz (d) / Simulation of various patterns of precrystallized fibers (a) with corresponding membrane displacement (b) and strain patterns (c) as well as frequency and amplitude of first resonance (d)

Simulationsgestützte Fertigung biomimetischer Ersatzmembranen

Neben der Fertigungstechnologie wurden im Projekt auch die Voraussetzungen für eine simulative Vorhersage der Eigenschaften der biomimetischen Ersatzmembranen in Abhängigkeit von den Spinnparametern (Spannung, Spinnlösungskonzentration, Arbeitsabstand) und der Gestaltung des Kollektors geschaffen. Mit Hilfe dieses Simulationsmodells wurde z. B. ermittelt, dass die schachbrettartige Anordnung der vorkristallisierten Filamente in den biomimetischen Ersatzmembranen die beste Kombination aus Herstellbarkeit und resultierenden akusto-mechanischen Eigenschaften darstellt (Abb. 3).

Das entwickelte und validierte Simulationsmodell der biomimetischen Ersatzmembran wurde im nächsten Schritt in ein Modell zur Simulation des Mittellohres integriert (Abb. 4a) [2]. Das erlaubt die simulative Bewertung der biomimetischen Ersatzmembran unter realistischen Umgebungsbedingungen. Mit Hilfe dieses Modells wurden nun diverse strukturelle Konfigurationen der Ersatzmembran auf ihre Tauglichkeit hin überprüft, vielversprechende Konfigurationen ausgewählt und entsprechend hergestellt. An den biomimetischen Ersatzmembranen

wurden mit Hilfe der Laser-Doppler-Vibrometrie (LDV) die realen Schwingungseigenschaften ermittelt (Abb. 4b) [1]. Zusätzlich wurden auch die mechanischen und biologischen Eigenschaften bestimmt. Die Ergebnisse zeigen, dass mit den Entwicklungen im Projekt biomimetische Ersatzmembranen realisierbar sind, die sowohl die Schwingungseigenschaften als auch das mechanische Eigenschaftsprofil des menschlichen Trommelfells hervorragend abbilden. Darüber hinaus sind die Eigenschaften der biomimetischen Ersatzmembranen durch die Gestaltung der Kollektoren und Anpassung der Spinnparameter flexibel einstellbar. Ergebnisse parallel durchgeführter Zellkulturversuche zeigen keine Zytotoxizität der eingesetzten Materialien [3].

Abschließend wurden die entwickelten und ausführlich charakterisierten Ersatzmembranen in ein menschliches Explantat des Felsenbeins implantiert und in einer realen biologischen Umgebung die Schwingungseigenschaften bestimmt (Abb. 5). Die Ergebnisse dieser Untersuchungen mit unterschiedlich großen Trommelfellperforationen zeigt die Abbildung 6. Die Perforation des Trommelfells führt abhängig von der Größe zu unterschiedlich ausgeprägten Verlusten der Schwingungsamplitude. Beginnend mit einem halb perforierten Trom-

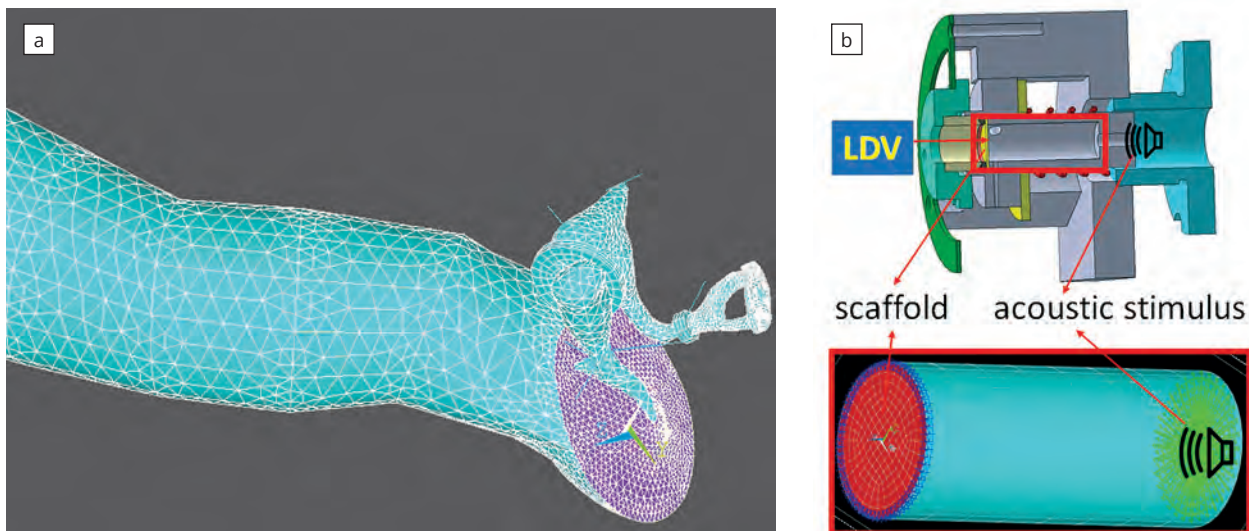


Abb. 4: (a) Finite Elemente Modell des Mittelohres mit Gehörknöchelchenkette und äußerem Gehörgang, Trommelfell violett dargestellt; (b) Schematischer Aufbau des LDV-Messapparates / (a) Finite element model of middle ear including ossicular chain and external auditory channel, eardrum illustrated violet; (b) Schematic setup of LDV-instrument

melfell sind ebenfalls Verschiebungen der Resonanzfrequenzen zu beobachten. Durch die entwickelten biomimetischen Ersatzmembranen ist das natürliche Schwingungsverhalten des menschlichen Trommelfells und damit die Amplitude und Frequenz der für das menschliche Hören wichtigen ersten Resonanz nahezu perfekt wiederherstellbar. Die chirurgischen Arbeiten am menschlichen Explantat zeigen auch, dass sich die biomimetischen Ersatzmembranen nach der Befeuchtung (Abb. 5c) exakt wie das natürliche Trommelfell handhaben lassen. Die biomimetischen Ersatzmembranen sind schneidbar

und über Wasseradhäsion fest mit dem natürlichen Gewebe verbindbar. Somit entfallen bei einer Operation sonst notwendige Nahtmaterialien oder Klebstoffe. Basierend auf bisherigen Erfahrungen resultiert hieraus ein sehr positiver Einfluss auf das Schwingungsverhalten der auf biomimetischen Ersatzmembranen basierenden Implantaten und ein besserer Heilungsverlauf bei den Patienten. Zum klinisch notwendigen Nachweis besteht weiterer Forschungsbedarf.

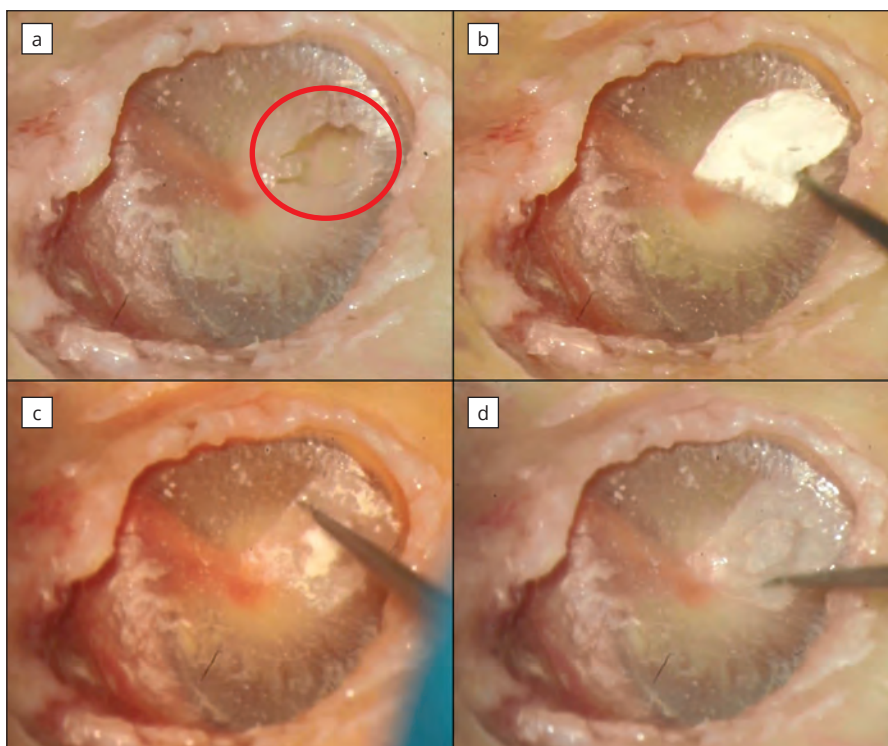


Abb. 5: Verhalten der biomimetischen Ersatzmembran während der Implantation in ein humanes Felsenbein-Explantat: (a) menschliches TF mit Perforation (rot markiert); (b) Aufbringen der biomimetischen Ersatzmembran; (c) Anfeuchten der Membran durch umgebendes Medium (Blut), Adhäsion der Membran ohne Naht oder zusätzliche Klebstoffe; (d) Abgedeckte TF-Perforation mit selbstklebender Membran / Implantation of biomimetic TM-membrane into human petrous bone explant: (a) Human tympanic membrane with perforation (red circle); (b) Application of biomimetic TM-membrane; (c) Wetting of the membrane surrounding media (blood), stable membrane adhesion without sutures or additional glue; (d) Sealed tympanic membrane perforation

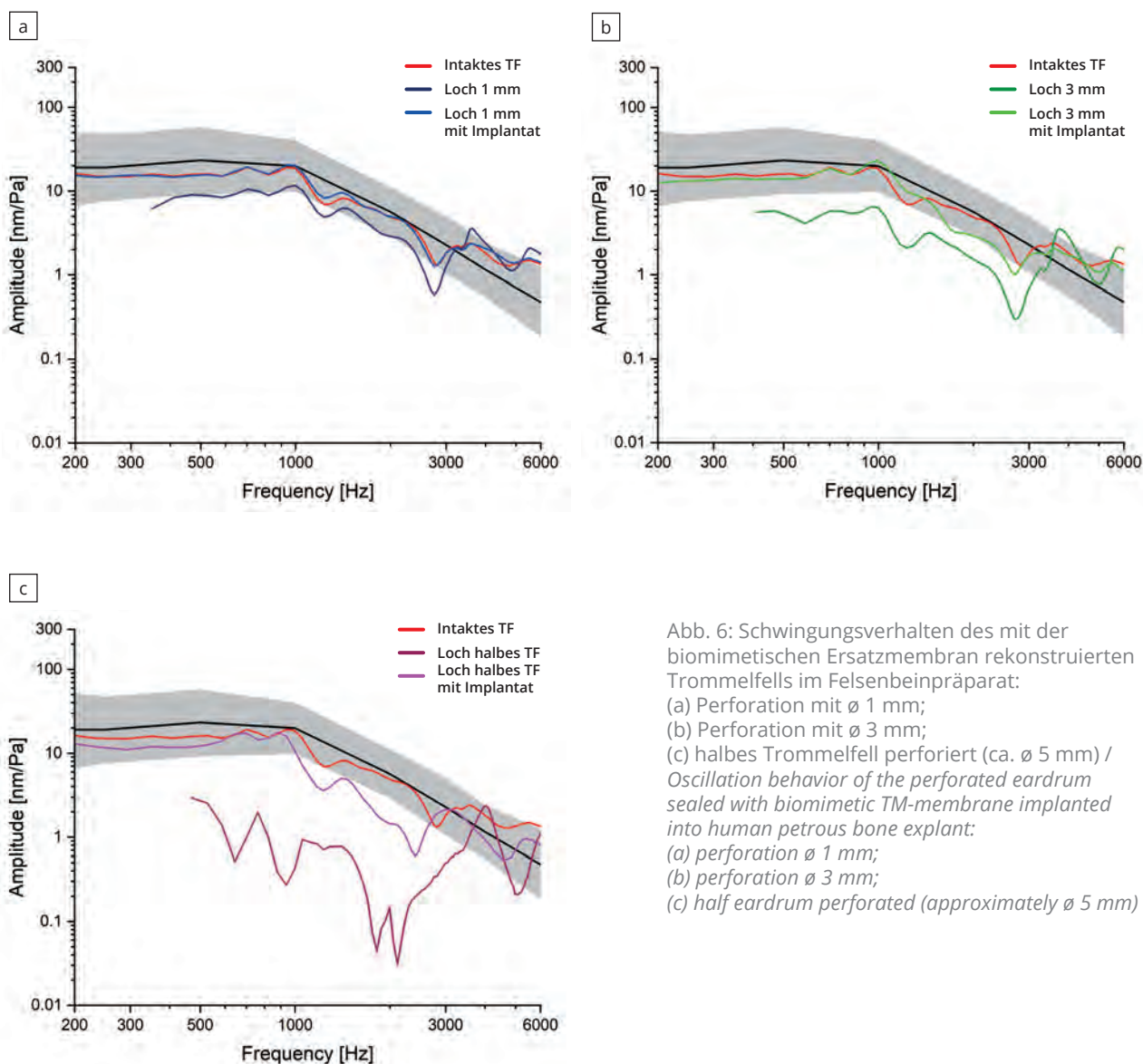


Abb. 6: Schwingungsverhalten des mit der biomimetischen Ersatzmembran rekonstruierten Trommelfells im Felsenbeinpräparat:
 (a) Perforation mit $\varnothing$ 1 mm;
 (b) Perforation mit $\varnothing$ 3 mm;
 (c) halbes Trommelfell perforiert (ca. $\varnothing$ 5 mm) /
Oscillation behavior of the perforated eardrum sealed with biomimetic TM-membrane implanted into human petrous bone explant:
 (a) perforation $\varnothing$ 1 mm;
 (b) perforation $\varnothing$ 3 mm;
 (c) half eardrum perforated (approximately $\varnothing$ 5 mm)

Zusammenfassung

Mit Hilfe der modular erweiterten Elektrospinntechnologie sind biomimetische Ersatzmembranen für Trommelfelle mit individualisierbaren Eigenschaften umsetzbar. Die entwickelte Technologie erlaubt dazu während des Spinnprozesses die flexible Einstellung von Faserorientierung, Faserdurchmesser und Porositätsgradienten, lokaler Fasermengen sowie die Integration vorkristallisierter Filamente in definierten Mustern. Mit Hilfe der entwickelten Simulationsmodelle ist vorab eine präzise Festlegung dieser Parameter möglich, was zeit- und kostenintensive Trial-and-Error-Versuche überflüssig macht. Die simulationsgestützt hergestellten Ersatzmembranen (Abb. 7) zeigen ein hervorragendes akusto-mechanisches Eigenschaftsprofil und ermöglichen eine nahe-

zu perfekte Wiederherstellung des ursprünglichen Schwingungsverhaltens perforierter bzw. geschädigter menschlicher Trommelfelle. Die verwendeten Materialien PCL und Seide sind nicht nur in hohem Maße biokompatibel, sie sind auch in der chirurgischen Anwendung als Trommelfellersatz hervorragend handhabbar. Die entwickelten biomimetischen Ersatzmembranen weisen damit alle erforderlichen Eigenschaften für einen erfolgreichen Einsatz als Trommelfellersatz auf.

a



b

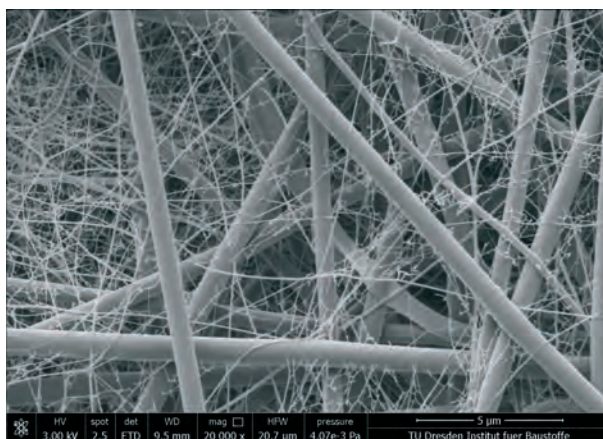


Abb. 7: (a) Gradierte biomimetische Ersatzmembran mit orientierten Faserbereichen in einem Gehörknöchelchenmodell; (b) Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer beispielhaften bimodalen Faserdurchmesser-Verteilung in einer biomimetischen Ersatzmembran / (a) *Graded 3D tympanic membrane replacement with oriented fiber segments in an ossicular chain model*; (b) *Scanning electron microscopy image of an exemplary bimodal fiber diameter distribution in SF-PCL-membranes*

Literatur

- [1] Pöttsch, H. F.; Benecke, L.; Chen, Z.; Aibibu, D.; Cherif, Ch.; Neudert, M.: *Graded 3D-fiber-based membranes with acousto-mechanical properties for the myringoplasty* (Poster P87). In: *Proceedings. Aachen-Dresden-Denkendorf International Textile Conference, Dresden, 28. - 29. November 2019, S. 266-267*
- [2] Chen, Z.; Benecke, L.; Stoppe, T.; Hümbert, M.; Kempert, P.; Bornitz, M.; Aibibu, D.; Neudert, M.; Cherif, Ch.: *Simulation-based development of a nanoscale, electrospun, biomimetic PCL/SF TM implant. Laryngo-Rhino-Otologie 99(2020)02, DOI: 10.1055/s-0040-1711443*
- [3] Benecke, L.; Chen, Z.; Zeidler-Rentzsch, I.; Pöttsch, H. F.; Aibibu, D.; Bornitz, M.; Neudert, M.; Cherif, Ch.: *Simulation-based development of electrospun membranes for myringoplasty. Vortrag / 11th World Biomaterials Congress 2020, Online, December 11-15, 2020*
- [4] Chen, Z.; Benecke, L.; Kempert, P.; Stoppe, T.; Bornitz, M.; Neudert, M.; Aibibu, D.; Cherif, Ch.; Zahnert, T.: *Simulation and development of biomimetic electrospun PCL nanofibrous tympanic membrane implants. Proceedings in Applied Mathematics & Mechanics 20(2020)1, DOI: 10.1002/pamm.202000100 (online)*

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 20533 BR der Forschungsvereinigung DECHEMA e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir danken den genannten Institutionen für die Bereitstellung der finanziellen Mittel. Weiterhin danken wir den Firmen des projektbegleitenden Ausschusses für die fachliche Unterstützung und die Bereitstellung von Versuchsmaterial sowie allen weiteren Partnern, die uns in der Forschungsarbeit zu diesem Themenkreis unterstützten.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Robotik am ITM

Robotics at ITM

A. Nocke, L. Hahn, P. Schegner, R. Brünler, Ch. Cherif

Abstract

In the course of the cross-sector digital transformation in industry, automated technologies based on robot-assisted applications are playing an increasingly important role in making existing processes more efficient. The relevance of using such technologies is also growing in the ITM's research activities, as shown by the increase in research projects at the ITM with a thematic connection to robotics. For the research work, the employees have access to the modern robotics park of the ITM, which corresponds to current industry standards and even exceeds them with its own new developments. These include three 6-axis industrial robots from KUKA AG with different payloads and maximum ranges of 0.9 m – 2.7 m (KR6, KR60, KR90) as well as a high-performance scara robot from Stäubli Robotics. The robot with the longest reach and payload (KR90) is mounted on a KUKA KL 4000 track. This is used as an additional axis to increase the working space. A new type of inline impregnation module was developed and implemented as an additional unit. The technology, consisting of the KR90 including the track and the inline impregnation, has been successfully used to produce cut-free textile reinforcement (3 m x 1.5 m) with door and window recesses for construction applications.

Other R&D priorities related to robotics include (i) generative processes for the production of complex 3D FRP-structures, in part with functional integration, (ii) cooperating textile machine-robot systems for single thread manipulation, (iii) automated processes for the production of structurally hybrid fibre-based cell carrier structures for tissue engineering, and (iv) robot-guided non-destructive testing technology of fibre composite components and associated preforms. In the following, selected R&D activities of the ITM related to robot-assisted technologies are presented.

Einleitung

Im Zuge der branchenübergreifenden digitalen Transformation in der Industrie spielen automatisierte Technologien auf Basis roboterassistierter Anwendungen für die effiziente Gestaltung bestehender und neuer Prozesse zunehmend eine bedeutende Rolle. Auch in den Forschungsaktivitäten des ITM wächst die Relevanz zum Einsatz derartiger Technologien, was sich im Anstieg von Forschungsprojekten mit thematischem Bezug zur Robotik zeigt. Maßgeblich involviert sind die Forschungsgruppen Bio- und Medizintextilien, Flächenbildungstechnik, Multiaxialgelege und textiles Bauen sowie die For-

schungsgruppe Sensor-, Mess- und Aktortechnik. Für die Forschungsarbeiten steht den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der moderne Robotikpark des ITM zur Verfügung, der aktuellen Industriestandards entspricht und durch eigene Neuentwicklungen sogar darüber hinausgeht. Hierzu gehören u. a. drei 6-Achsen-Industrieroboter der Firma KUKA AG mit unterschiedlichen Traglasten und maximalen Reichweiten von 0,9 m – 2,7 m (KR6, KR60, KR90). Der Roboter mit der größten Reichweite und Traglast (KR90) ist auf einer Fahrbahn des Typs KUKA KL 4000 montiert. Diese wird als Zusatzachse zur Vergrößerung des Arbeitsraums genutzt. Als Zusatzaggregat wurde ein neuartiges Inline-Tränkmodul entwickelt und umgesetzt. Die Anlage bestehend aus dem KR90 inklusive Fahrbahn und der Inline-Tränkung wurden erfolgreich zur Herstellung verschnittfreier, textiler Bewehrungsmatten (3 m x 1,5 m) mit Tür- und Fensterausparung für Bauanwendungen eingesetzt. Weiterhin steht dem ITM ein Hochleistungs-Scara-Roboter von Stäubli Robotics zur Verfügung. Mit bis zu 100 Picks pro Minute und einer Vielzahl an Anschluss- und Integrationsmöglichkeiten kann der Roboter für eine Vielzahl von Aufgaben mit Traglasten bis 8 kg flexibel eingesetzt werden.

Die Robotik kommt auch in anderen Forschungsgebieten des ITM zur Anwendung. Im Weiteren erfolgt die Vorstellung einer Auswahl von F&E-Aktivitäten des ITM mit Bezug zu roboterassistierten Technologien. Neben diesen aufgeführten Schwerpunkten wird auch die robotergeführte zerstörungsfreie Prüftechnik von Faserverbundbauteilen und zugehörigen Preforms am ITM vertieft beforscht.

Gevotop

Im Projekt „Entwicklung eines generativen Verfahrens zur Herstellung räumlicher Strukturen mit Funktionsintegration zur Realisierung vordefinierter Topologien – GeVoTop“ im Rahmen des Leistungszentrums „Smart Production and Materials“ wurden hochkomplexe adaptive 3D-FKV-Strukturen entwickelt und durch eine gezielte räumliche, roboterassistierte Ablage von Formgedächtnislegierungen (FGL) und inline getränkten Verstärkungsfasern umgesetzt. Motiviert wurden diese F&E-Aktivitäten durch den Ansatz, konventionelle aktorische Mechanismen, bestehend aus vierteiligen, potentiell fehleranfälligen Einzelelementen in Differenzialbauweise, durch neuartige adaptive 3D-FKV-Strukturen in Integralbauweise zu substituieren, die ein anforderungsoptimiertes Eigenschaftsprofil (robuster, leichter und/oder kostengünstiger) aufweisen. Es wurden komplexe geometrische Topologien (vorzugsweise als Fachwerksstruktur) und Bewegungsmuster simu-

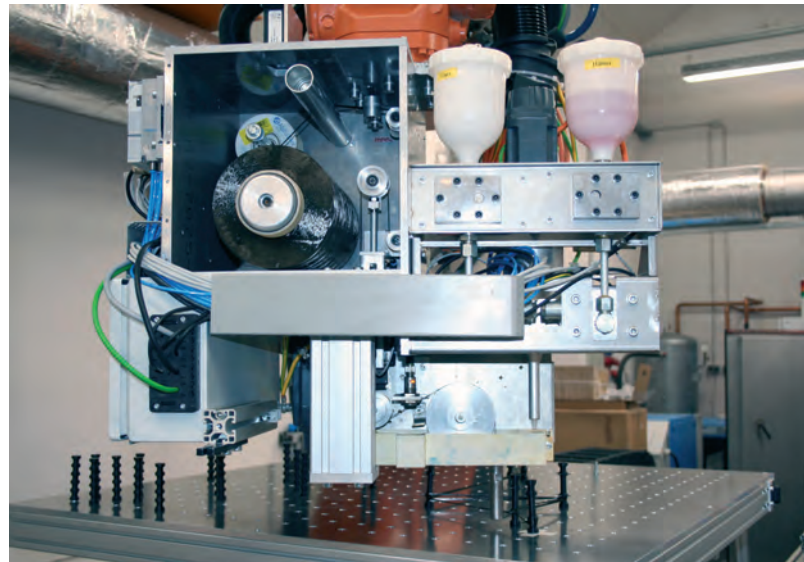
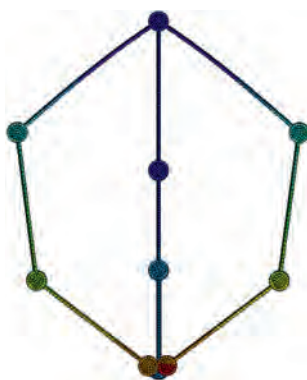


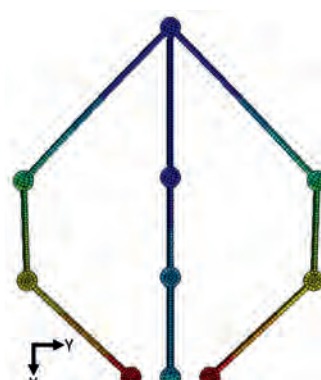
Abb. 1: Umgesetztes Anlagensystem in Integralbauweise; links: Ansicht des Gesamtaufbaus; rechts: Detailansicht des Legekopfs mit Abspul-, Dosier- und Tränkeinheit / *Converted plant system in integral design; left: View of the overall construction; right: Detailed view of the laying head with unwinding, dosing and feeding unit*



Gelenke oben



Gelenke oben und mittig



Finale Variante



Abb. 2: Roboter-gestützt hergestellter CFK-Leichtbaugreifer mit integrierter Aktorik auf Basis von Formgedächtnislegierungen (rechts) sowie simulations-gestützte Parametervariation (links) / *Robot-manufactured CFRP lightweight gripper with integrated actuators based on shape memory alloys (right) and simulation-supported parameter variation (left)*

lations-gestützt entwickelt und mittels der roboter-gestützten Ablagetechnologie (Abb. 1) umgesetzt und umfassend evaluiert.

Mit dem hergestellten CFK-Leichtbaugreifer (Abb. 2) als Funktionsdemonstrator konnten durch die Aktivierung der FGL, Deformationswege von bis zu 25 mm erzeugt werden. Bezogen auf die Greifer-spanne (90 mm) ergibt dies ein Deformationspo-tenzial von 26,5 %. Durch eine Federkraftmessung konnten Anpresskräfte von $F = 2,5$ bis 3 N ermit-telt werden, sodass Prüfkörper mit der Masse von $m = 200$ g gehalten werden konnten. Zur Untersuchung der Tragfähigkeitsgrenze wurde nicht nur die reine Anpresskraft betrachtet, sondern auch das Heben und Halten von Gegenständen bei form-schlüssiger Umschließung durch den adaptiven Grei-

fer. Hier konnte eine maximale Last von bis zu 1,5 kg zuverlässig gehalten werden. Dieses Ergebnis ist besonders erwähnenswert, weil der adaptive 3-Fingergreifer eine Gesamtmasse von nur 130 g aufweist. Der Greifer ist dementsprechend in der Lage, seine 11-fache Eigenmasse zu heben.

Mit Textilmaschinen kooperierende Roboter zur Einzelfadenmanipulation

Im Rahmen des IGF Projektes „Automatisierte Ausformung von mehrlagigen gewebten Textilstrukturen zu komplexen 3D Geometrien“ 18805 BR wurden Lösungen zum automatisierten Ausformen von Knotenelementen für komplexe 3D FKV Preformen konstruktiv-technologisch entwickelt und umgesetzt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Rückzugsmechani-

men an Textilmaschinen z. B. für die Herstellung von Handtüchern, bei denen für die Ausbildung der Pol-schlingen im Frottee-Gewebe alle nicht polbildenden Fäden um den gleichen Wegbetrag zurückgezogen werden, erfordert die Ausformung von komplexen 3D Geometrien das Zurückziehen einer Vielzahl von Fäden in unterschiedlichen Längen. Nur dadurch können diese komplexen 3D-Strukturen ausgeformt werden. Bisher erfolgte das Ausformen der Preform im Labor in aufwendiger manueller Arbeit. Dazu wurde zuerst das auszuformende Gewebeteilstück vom Warenwickel geschnitten und auf einen Ausformkern gezogen. Nach dem Fixieren auf dem Ausformkern werden die einzelnen flottierenden Fäden am Rand des Textils durch die Fläche gezogen bis die Flottungen geschlossen sind. Mit dem Einsatz eines Roboters ist es erstmals möglich, diesen Ausformprozess vollständig zu automatisieren. Die benötigte Ausformperipherie wird durch einen Mehrachsroboter innerhalb der Textilmaschine dargestellt. Dem Roboter werden die zu ziehenden Fäden mit entspre-

chenden Leitelementen zwischen dem Spulengatter und Arbeitsstelle der Textilmaschine vorgelegt. Der Roboter greift und zieht die Fäden dann um dem entsprechenden Wegbetrag (Abb. 3). Mit der Integration des Roboters in die Webmaschine entfällt der Prozessschritt des Positionierens des textilen Halbzeuges zum Roboter und es wird eine höhere Präzision in der Ausformung erzielt. Weiterhin wird nicht die gesamte erzeugte textile Struktur selbst manipuliert (wie in der 3D-Flechttechnik), sondern ausgewählte Fäden oder Fadengruppen, wodurch die Gewebe zu wesentlich komplexeren dreidimensionalen Strukturen ausgeformt werden können. Somit können nachgelagerte Preformingschritte vollständig eliminiert und die Prozesssicherheit und Produktivität der Preformherstellung gesteigert werden. Die im IGF-Projekt erarbeitete Lösung der Integration eines Roboters in eine Textilmaschine und die kooperierende Arbeitsweise sind in der Patentschrift DE 10 2020 106 810 B3 „Textilmaschine und Verfahren zum Herstellen einer Textilstruktur“ hinterlegt.

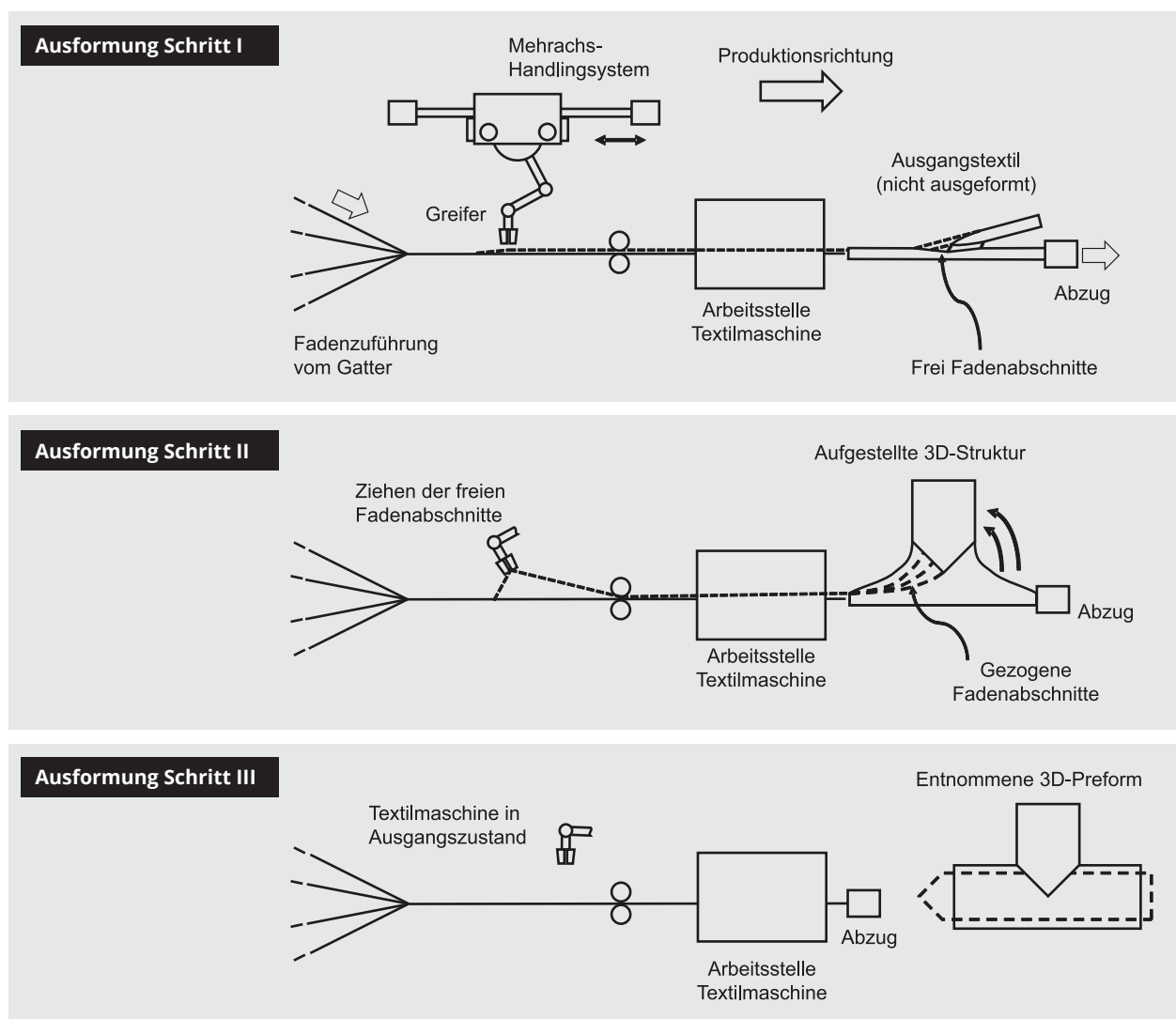


Abb. 3: Schritte des automatisierten Ausformprozesses von oben: Gewebe ist mit Flottungen gefertigt; Greifer des Roboters zieht die einzelnen Fäden zum Aufstellen der 3D-Preform um einen definierten Wegbetrag; Neue Preform wird gefertigt / Steps of the automated preforming process from above: Fabric is made with floats; gripper of the robot pulls the individual threads one after the other to set up the 3D preform; new preform is made

Realisierung strukturhybrider faserbasierter Zellträgerstrukturen mit mikro- und nanoskaligen Biopolymeren für das Tissue Engineering

Ein Scara-Roboter vom Typ TS60 von Stäubli Robotics wird am ITM im Bereich der biomedizinischen Forschung eingesetzt (Abb. 4). Damit werden hochkomplexe Pick and Place Aufgaben umgesetzt, die eine flexible vollautomatische sequentielle Abfolge zwischen Elektrosponning-Segmenten und einer separaten additiven faserbasierten Fertigungsanlage ermöglichen. Hierdurch lassen sich Mikrofasern mit nanoskaligen Faserkomponenten kombinieren und somit sehr große spezifische funktionelle Oberflächen mit definierten Faseranordnungen und definierten Porenräumen kombinieren (Abb. 5). Auf diese Weise wurden im Rahmen des von der DFG geförderten Projekts DFG CH 174/24 auf Basis des Biopolymers Chitosan neuartige Zellträgerstrukturen für das Tissue Engineering von Knochengewebe als strukturhybrides Einstoffsystem entwickelt. Die erheblich vergrößerten Oberflächen beschleunigen die Proliferation und das Anwachsen von Zellen und damit eine erhöhte Besiedlungseffizienz und eine schnellere Gewebeausbildung.

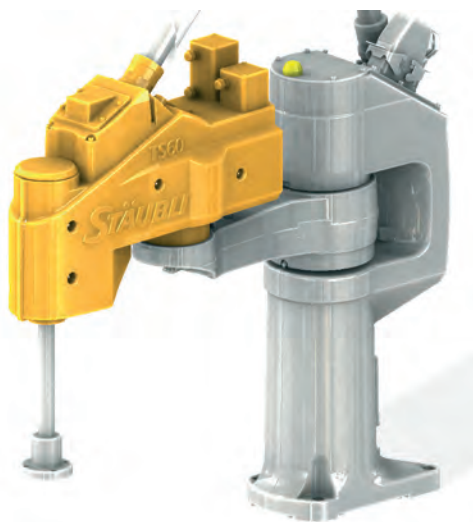


Abb. 4: Stäubli TS60 Scara Robot / Stäubli TS60 scara robot

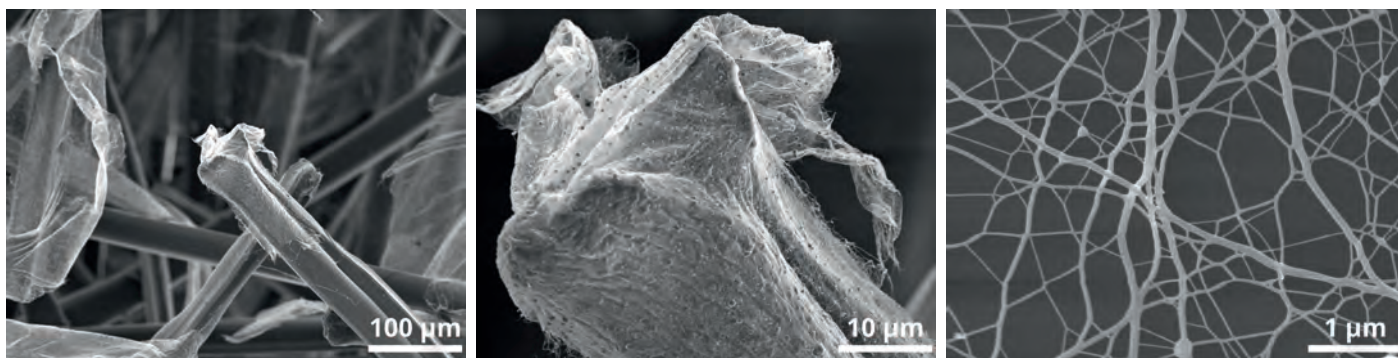


Abb. 5: Strukturhybride Zellträgerstrukturen auf Basis von nassgesponnen Chitosan-Mikrofasern und elektrosponnenen Chitosan-Nanofasern gefertigt mithilfe robotergestützter faserbasierter additiver Fertigung (REM-Aufnahmen in aufsteigender Vergrößerung) / Structural hybrid cell carrier structures based on wet-spun chitosan microfibers and electrospun chitosan nanofibers fabricated using robotic-supported fiber-based additive manufacturing (SEM images in ascending magnification).

Gefördert durch



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Danksagungen

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – 191760137

Das Forschungsvorhaben C³-V4.1 wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Verbundforschungsprojektes „Zwanzig20 – C³ Carbon Concrete Composite“ aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages (FKZ 03ZZ0341B) gefördert.

Das Forschungsvorhaben GeVoTop wurde mitfinanziert mit Steuermitteln auf Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes im Rahmen des Leistungs- und Transferzentrums Smart Production and Materials.

Das IGF-Vorhaben 18805 BR der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Entwicklung maßgeschneiderter Polymere und Präkursoren für multifunktionale Kohlenstofffasern / Nachwuchsforschergruppe e-Carbon

Development of tailor-made polymers and precursors for multifunctional carbon fibers / Junior research group e-Carbon

M. Richter, I. Kruppke, Ch. Cherif

Abstract

Carbon fibers (CF) are known for their excellent combination of high-strength, stiff mechanical properties as well as chemical resistance at comparatively low weight. However, due to their complex production, CF are mainly used in cost-intensive high-end applications, e.g. in aerospace, automotive and mechanical engineering. According to the scarcity of fossil raw materials and the advancing climate crisis, lightweight construction concepts from renewable raw materials offer innovative approaches to face this problematics. For their successful realization, there is considerable interest in innovative material and process developments, which lead inexpensive and versatile or highly specialized multifunctional CF.

Einleitung

Kohlenstofffasern (*engl. carbon fibers, CF*) sind seit langem bekannt für die hervorragende Kombination von hochfesten und steifen mechanischen Eigenschaften sowie chemischer Beständigkeit bei vergleichsweise geringem Gewicht. CF kommen jedoch bisher aufgrund ihrer komplexen Herstellung vor allem in kostenintensiven High End-Anwendungen z. B. in der Luft- und Raumfahrt, im Fahrzeug- und im Maschinenbau zum Einsatz. Vor dem Hintergrund der Verknappung fossiler Rohstoffe und der voranschreitenden Klimakrise bieten Leichtbaukonzepte aus nachwachsenden Rohstoffen innovative Lösungsansätze. Für deren erfolgreiche Realisierung besteht ein beträchtliches Interesse an innovativen Material- und Prozessentwicklungen, die zur Herstellung günstiger und vielseitiger bzw. hochspezialisierter multifunktionaler CF dienen.

Projekt e-Carbon

Massentaugliche CF sind nicht direkt herstellbar, sondern werden aus polymeren Präkursoren (Vorläufern) und anschließenden thermischen Konvertierungsschritten erhalten. Bis heute werden kommerzielle CF fast ausschließlich aus erdölbasierten Präkursorfaser hergestellt und besitzen überwiegend lastragende Funktionen. Im Projekt „e-Carbon“ (2017–2020) wurden unter Leitung des ITM grundlegende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durchgeführt, um den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen sukzessive zu erhöhen und darüber hinaus bereits während des Präkursorspinnens eine hohe Oberfläche als zusätzliche Funktionalität

in die Fasern zu integrieren. Die dabei erzeugten Poren wurden hierarchisch maßgeschneidert und interkonnektierend bis in den Faserkern ausgebildet. Durch einen neuartigen Faserstabilisierungsprozess konnten diese Porensysteme über den gesamten Herstellungsprozess bis in die CF überführt werden. Anschließend wurden die porösen CF als lasttragende Aktivoberfläche für Lithium-Schwefel (Li S)-Kathodenmaterialien und unter Verwendung von neuartigen Elektrolytsystemen erprobt. Die dabei ablaufenden skalenübergreifenden Strukturbildungsmechanismen wurden interdisziplinär am ITM, am Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (TUD) und an der Professur für anorgan. Chemie I (TUD) erforscht. Resultierend wurde die Entwicklung multifunktionaler CF für Strukturbatterien und damit eine neuartige Verknüpfung der Hochtechnologiefelder Leichtbaukonstruktion und Energiespeicherung realisiert.



Abb. 1: Polyacrylnitril und ligninbasierte Präkursorfaser / Polyacrylonitrile and lignin-based precursor fibers

Im Zentrum der innovativen CF-Entwicklung stand das tiefgründige Verständnis der Prozess-Struktur-Eigenschafts-Beziehungen über die gesamte Prozesskette, von den Rohstoffen bis zum funktionstüchtigen CF-Batterieprototyp. Die Darstellung poröser Polyacrylnitril (PAN)-Präkursorfaser wurde unter Zuhilfenahme verschiedener nachwachsender porenbildender Polymere, wie Lignin (siehe Abb. 1) und universell für verschiedene Lösungsmittelsysteme (z. B. Dimethylsulfoxid/Wasser) entwickelt. Dabei wurden sowohl strukturierte als auch poröse Präkursoren mit Oberflächen von bis zu 75 m²/g erhalten (siehe Abb. 2). Durch ein neuartiges Stabilisierungsverfahren, die chemische Dekomposition der Additive sowie die gezielte porenbildende Steuerung der thermo-mechanischen Umwandlung zur CF, konnten die Porenflächen auf über 200 m²/g, unter Aufrechterhaltung der mechanischen Fasereigenschaften, erhöht werden.

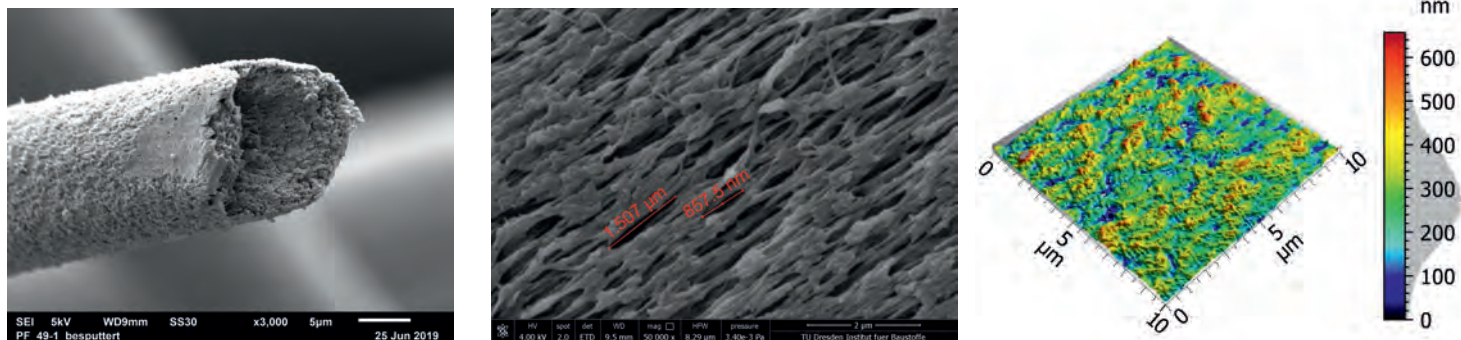


Abb. 2: REM-Aufnahme eines porösen PAN-Filaments (links, Mitte) und Abbildung einer porösen 3D-Filamentoberfläche mittels AFM (rechts) / SEM image of a porous PAN filament (left, center) and image of a porous 3D filament surface using AFM (right)

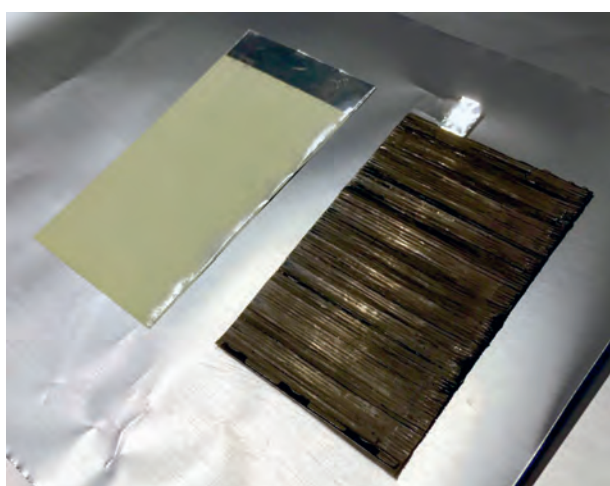


Abb. 3: Poröses CF-Patch für Batteriekathoden / Porous CF patch for battery cathodes

Die Variation der Porenbildner ermöglichte zusätzlich eine Steuerung der entstehenden Porengrößen. Für die Weiterverarbeitung der porösen CF zu Batteriekathoden wurden umfangreiche Entwicklungsarbeiten zur Herstellung unidirektionaler CF-Patches (siehe Abb. 3) durchgeführt. Durch ein auf CF abgestimmtes Batteriezellendesign wurden CF-Batterien mit konstanten Entladekapazitäten von über 100 Zyklen mit einer hohen Ladeeffizienz von über 90 % erzielt.

Aktuelle CF-Forschungsaktivitäten



In dem 2016 gegründeten RESEARCH CENTER CARBON FIBERS SAXONY (RCCF) werden unter Kooperation des ITM und des ILK der TU Dresden grundlegende Entwicklungen von hochwertigen CF mit maßgeschneiderten und neuartigen Eigenschaftsprofilen durchgeführt. Dabei erfolgen die Forschungsarbeiten auf allen Prozessstufen im Pilotmaßstab als 1k Rovings (siehe Abb. 4).

Ein aktueller Forschungsschwerpunkt stellt die Präkursorfunktionalisierung mittels atomar dünner Nanokohlenstoffe, wie Graphen oder PAK, dar. Dabei soll ein tiefgreifendes Verständnis der skalenübergreifenden Faserbildungsmechanismen erzielt werden, um eine Minimierung von Strukturfehlern zur deutlichen Erhöhung der mechanischen sowie der elektrischen Eigenschaften der CF erreichen. Das so erzielte Verständnis stellt die Grundlage für eine sukzessive Erhöhung von nachwachsenden und kommerziell verfügbaren Rohstoffen, wie Lignin und Cellulose, als Präkursoren dar. Ein weiterer Forschungszweig befasst sich mit der Entwicklung multifunktionaler CF für die Energie- und Wasserstoffspeicherung sowie als Reaktivmaterial. Weiterhin werden Polymerisationsverfahren mit neuartigen Initiatorsystemen erforscht, die eine ökologische Herstellung von PAN-Copolymeren in Wasser ermöglichen. Diese Polymere werden durch Variation ihrer chemischen Zusammensetzung maßgeschneidert, sodass die Prozessfenster der thermischen Konvertierung zu niedrigeren Temperaturen verschoben werden. Resultierend verlaufen die Prozesse der CF-Herstellung mit reduzierten Verweilzeiten und Energiekosten sowie unter zusätzlich erhöhter Ausbeuten.



Abb. 4: PAN- (links), teilstabilisierte RCCFox- (Mitte) und Carbonfaser (rechts) / PAN- (left), partly stabilized RCCFox- (middle) and carbon fiber (right)

Entwicklung aerodynamisch optimierter Sportanzüge aus funktionellen Textilien zur Anwendung in Vertikalwindtunneln

Development of aerodynamically optimized sports suits made of functional textiles for use in vertical wind tunnels

J. Siegmund¹, S. Krzywinski¹, U. Reichert², S. Schubert³, Y. Kyosev¹

¹ ITM, TU Dresden ² rainbow design GmbH, Fehrbellin; ³ Institut für Luft- und Raumfahrttechnik, TU Dresden

Abstract

The dream of human flying is as old as mankind itself. In vertical wind tunnel, humans fly through the force of the vertically generated airflow without the complex equipment and training required for skydiving. As a result, this rapidly growing sport is becoming increasingly popular for the masses. Flying in a wind tunnel also known as, "body flying" describes the controlled flight of the human body in the open air. The air speeds in modern vertical wind tunnel systems are individually adapted to the body weight and ability of the body flyer and can be as high as 290 km/h. As a result of this rapid development of the new sport "body flying", there has not yet been a special outfit that meets the functional requirements of recreational and professional athletes. As part of the cooperation project, aerodynamically optimized flight suits made of functional textiles were therefore developed for the use in vertical wind tunnel.

Einleitung

Der Traum vom Fliegen ist so alt wie die Menschheit selbst. Tausende Menschen lassen sich vom freien Fall und dem ruhigen Gleiten durch die Luft faszinieren. Gekennzeichnet wird das freie Fliegen jedoch durch hohe Anforderungen an Konzentration, Reaktionsvermögen, Körperbeherrschung und Verantwortungsbewusstsein. Das Fallschirmspringen bedarf außerdem einer intensiven Ausbildung.

In Vertikalwindtunnel fliegt der Mensch bereits durch die Kraft der vertikal erzeugten Luftströmung ohne die für den Fallschirmsport notwendige komplexe Ausrüstung und Ausbildung. Die technische Entwicklung beeinflusst alle Bereiche des Alltages, u. a. auch die Entstehung neuer Sportarten. Die ersten vertikalen Windkanäle wurden im Bereich der Luftfahrtforschung eingesetzt, danach vorwiegend als Trainingsmöglichkeit für Fallschirmspringer:innen und später wurden sie als Touristenattraktion konzipiert. Innerhalb der letzten Jahre hat sich das „Bodyflying“ zu einer eigenständigen neuen Sportart entwickelt und tendiert dazu, eine Massen-Freizeitsportart zu werden.

Das Fliegen in vertikalen Windtunnel wird zunehmend als Touristenattraktion in Großstädten und Ballungsräumen angeboten. „Bodyflying“ bezeichnet das kontrollierte Fliegen des menschlichen Körpers in der Luft. Die Luftgeschwindigkeiten in modernen

Vertikalwindtunnelanlagen werden je nach Körpergewicht und Können des Fliegenden individuell angepasst und können bis zu 290 km/h betragen. Für die sich rasant entwickelnde neue Sportart „Bodyflying“ existiert bisher kein spezielles Outfit, welches die funktionellen Ansprüche der Freizeit- und Profisportler:innen in hohem Maße erfüllt. Eine wesentliche Aufgabe besteht deshalb darin, aerodynamisch optimierte Sportanzüge aus funktionellen Textilien für das „Bodyflying“ zu entwickeln.

Bei der Konzeption der Sportanzüge für Anfänger:innen und Spitzensportler:innen werden durch die textiltechnische Auslegung der Funktionsmaterialien und deren Positionierung sowie die konstruktive Gestaltung der Anzüge die Leistungsfähigkeit der Nutzer:innen unterstützt bzw. erhöht. Eine derartige Entwicklung ist nur durch die interdisziplinäre Vorgehensweise der Expert:innen aus den Bereichen Materialwissenschaft, Anthropometrie, Produktentwicklung, Strömungsmechanik, und Sportwissenschaft möglich. In enger Zusammenarbeit mit der Professur für Flugmechanik und Flugregelung der TU Dresden und dem Industriepartner rainbow design GmbH, einem erfahrenen Produzenten für maßgefertigte Spezialanzüge für alle Bereiche des Fallschirmsports, hat sich die Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten dieser Aufgabe gewidmet.

Anforderungen und Modellentwicklung

Die Entwicklung einer Funktions-/Sportkleidung beginnt mit der Modellentwicklung. Die Anforderungen der Sportart bestimmen die Konzeption der Anzüge. Die Bewegungsanalyse, die im Rahmen des Projektes durchgeführt wurde, erfordert zwei grundlegend unterschiedliche Anzugskonstruktionen zur Unterstützung des Flugverhaltens und der Bewegungsabläufe für Freizeit- und Profisportler:innen.

Einen ganz erheblichen Einfluss auf das Flugverhalten hat die Schnittgestaltung. Die Anzüge für Erstflieger:innen/Anfänger:innen werden mit extra Weitenzugaben zum Körper und aus textilen Materialien mit hohem aerodynamischen Widerstand gefertigt und mit den notwendigen Haltegriffen für die Instruktoren ausgestattet. Die Positionierung der Funktionsmaterialien erfolgt vorrangig in den vorderen Körperpartien, da Anfänger:innen bei erhöhtem Widerstand der textilen Struktur in der Vorderfront weniger Energieaufwand für das Fliegen benötigen. Hingegen ist die Konstruktion der Anzüge für Pro-

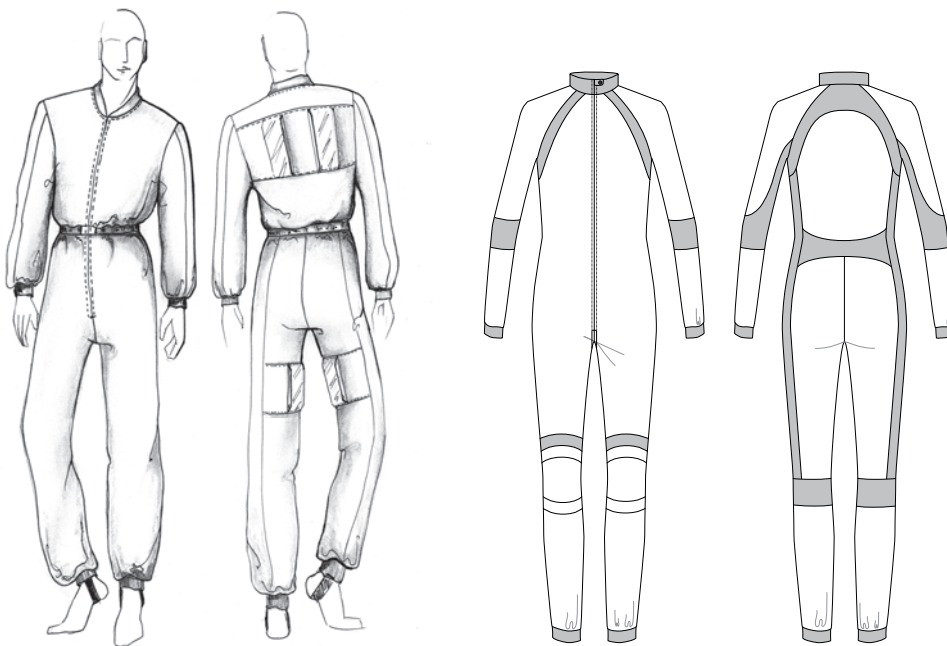


Abb. 1:
Modellentwicklung Firsttimer
(links) und Proflyer (rechts) /
Firsttimer (left) and proflyer
model (right) development

fisportler:innen durch sehr geringe Weitenzugaben gekennzeichnet bzw. liegt der Anzug eng an. Die Materialkombination aus Gewebe und Maschenwaren gewährleistet die erforderliche Bewegungsfreiheit für alle Flugpositionen. Bei diesen Anzügen sollen die Funktionsmaterialien je nach Positionierung einen geringen bzw. erhöhten Luftwiderstand aufweisen. Die Konzeption des Anzuges wurde deshalb so ausgelegt, dass eine hohe Effizienz bei der Ausführung der Flugpositionen entsteht und ein Einklang mit der Aerodynamik im Windtunnel gewährleistet ist. Abbildung 1 zeigt die Skizze der Anzüge „Firsttimer“ und „Proflyer“.

Funktionsmaterialien

Bei der Ermittlung der Anforderungen wurde besonderes Augenmerk auf die funktionelle, die materialseitige und die schnitttechnische Gestaltung der Sportanzüge gelegt. Es erfolgte eine ausführliche Analyse der am Markt befindlichen textilen Halbzeuge mit dem Fokus auf unterschiedliche Oberflächenstrukturen. Die ausgewählten, sowie z. T. gezielt hergestellten Materialien verschiedener Faserstoffe, Garne und Oberflächenstrukturen der Flächengebilde unterscheiden sich besonders in der Rauigkeit, da diese das aerodynamische Verhalten maßgeblich beeinflusst. Die experimentellen Messungen der Rauigkeit wurden mit dem Textile Softness Analyzer (TSA) der Emtec Elektronik GmbH durchgeführt. Bei den aerodynamischen Untersuchungen im horizontalen Windkanal wurde ein mit Stoff bespannter Zylinder betrachtet, um Widerstandsbeiwerte zu bestimmen. Mit diesen lässt sich das strömungstechnische Verhalten eines Flugobjektes bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten charakterisieren. Die anschließenden umfangreichen textilphysikalischen und bekleidungsphysiologischen Untersuchungen ergaben die für die Konstruktion der Anzug-Prototypen notwendigen Erkenntnisse zum Einsatz der textilen Halbzeuge.

Schnittentwicklung

Die Schnittkonstruktion erfolgte mit der 2D-CAD Software GRAFIS. Diese Konstruktionssoftware ermöglichte die Einbeziehung von körpermaßabhängigen und funktionellen Parametern. Während der Konstruktion wurden die verschiedenen Arbeitsschritte protokolliert. Eine anschließende Gradierung verschiedener Größen erfolgte durch erneute Abarbeitung des Konstruktionsprotokolls unter Berücksichtigung der gewählten Maßtabellen. Zudem wurde die Möglichkeit der individuellen Gestaltung mithilfe von Parametern (Konstruktionsvariablen, sogenannte x-Werte) erarbeitet.

In Abbildung 2 ist die mit Hilfe der Software GRAFIS erstellte Basiskonstruktion für den Prototyp „Firsttimer“ einschließlich der Gradierung für verschiedene Größen dargestellt.

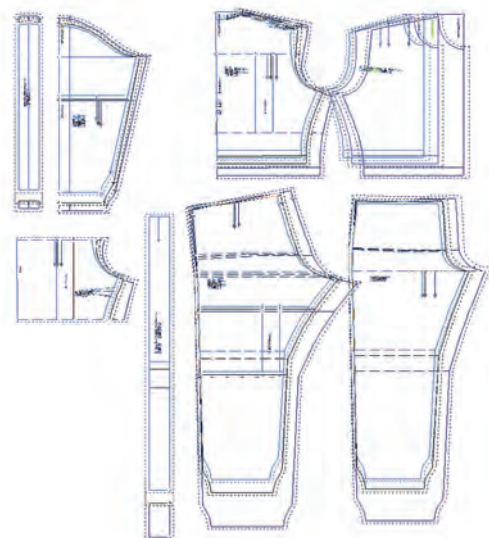


Abb. 2: GRAFIS-Schnittkonstruktion „Firsttimer“, Beispiel der Gradierung für Unisex-Größen S, M und XL / GRAFIS pattern construction „firsttimer“, Graduation for unisex sizes S, M and XL



Abb. 3: Erprobung der Anzüge Firsttimer, Proflyer und MOVE / Testing of firsttimer-, proflyer- and MOVE-suits

Des Weiteren wurde eine Konstruktion für Freizeit-/Spitzensportler:innen „Proflyer“ erarbeitet. Die konstruktive Umsetzung eines enganliegenden Anzugs aus Maschenware ermöglicht eine optimale Bewegungsfreiheit. Für Spitzensportler:innen erfolgte darüber hinaus die Ausarbeitung einer weiteren enganliegenden Anzugskonstruktion „MOVE“. Diese Konstruktion erfolgte ebenfalls in GRAFIS und wurde für die optimale Passform materialspezifisch unter Berücksichtigung der Tragedehnung des Materials ausgelegt. Die ersten Erprobungen fanden im Sportwindkanal und am Boden statt (Abb. 3).

Für die Bewertung des Flugverhaltens/der Flugunterstützung der Anzüge wurden fünf typische Positionen (Bauchlage, Rückenlage, Sitfly, Headdown, Duffy) festgelegt, erprobt und subjektiv bewertet sowie die benötigte Energie aufgezeichnet. In einem weiteren Arbeitsschritt werden den angeströmten Bereichen entsprechende Funktionsmaterialien zugewiesen. Über den Einsatz von Materialien mit unterschiedlichen, richtungsabhängigen aerodynamischen Eigenschaften sollen die Sportler:innen in der jeweiligen Flugposition eine optimale Flugleistung erreichen. Ein Schwerpunkt hierbei ist die Ausnutzung anisotroper Stoffeigenschaften, insbesondere der Rauigkeit der Oberfläche. In Abhängigkeit seiner Fluglage erzeugen die Sportler:innen in der Strömung unterschiedlich projizierte Flächen, wodurch der

Widerstand und die Fallgeschwindigkeit im vertikalen Windkanal stark beeinflusst werden. Durch die Einnahme unterschiedlicher Positionen verändern sich aber auch die Anströmbedingungen an einzelnen Körperteilen (z. B. an den Armen oder Beinen). So werden in der Bauchlage zum Beispiel genau die Gebiete direkt angeströmt, welche in der Rückenlage im Nachlaufgebiet des Körpers liegen und somit nur wenig Einfluss auf das aerodynamische Verhalten haben.

Die Festlegung der haltungsabhängig angeströmten Bereiche erfolgte gemeinsam mit den Mitarbeiter:innen/Testpilot:innen der rainbow design GmbH. Die Bereiche sind in der Abbildung 4 und 5 in blau dargestellt. Dafür wurden entsprechend der zu betrachtenden Positionen Avatare generiert. Die Körpermaße der Avatare entsprechen den Körpermaßen einer Testpilot:in. Die Avatargenerierung erfolgte auf Basis der am ITM entwickelten Methodik zur kinematischen Menschmodellierung.

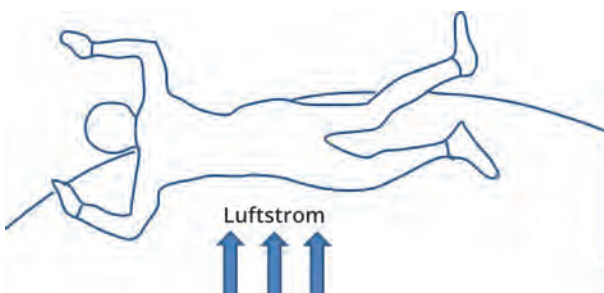
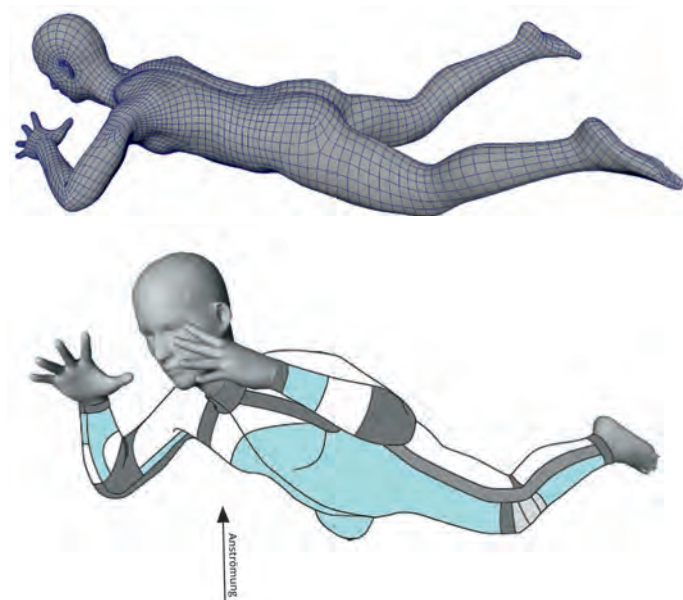


Abb. 4: Position Bauchlage – Grundposition für Firsttimer / Belly position – basic position for firsttimer



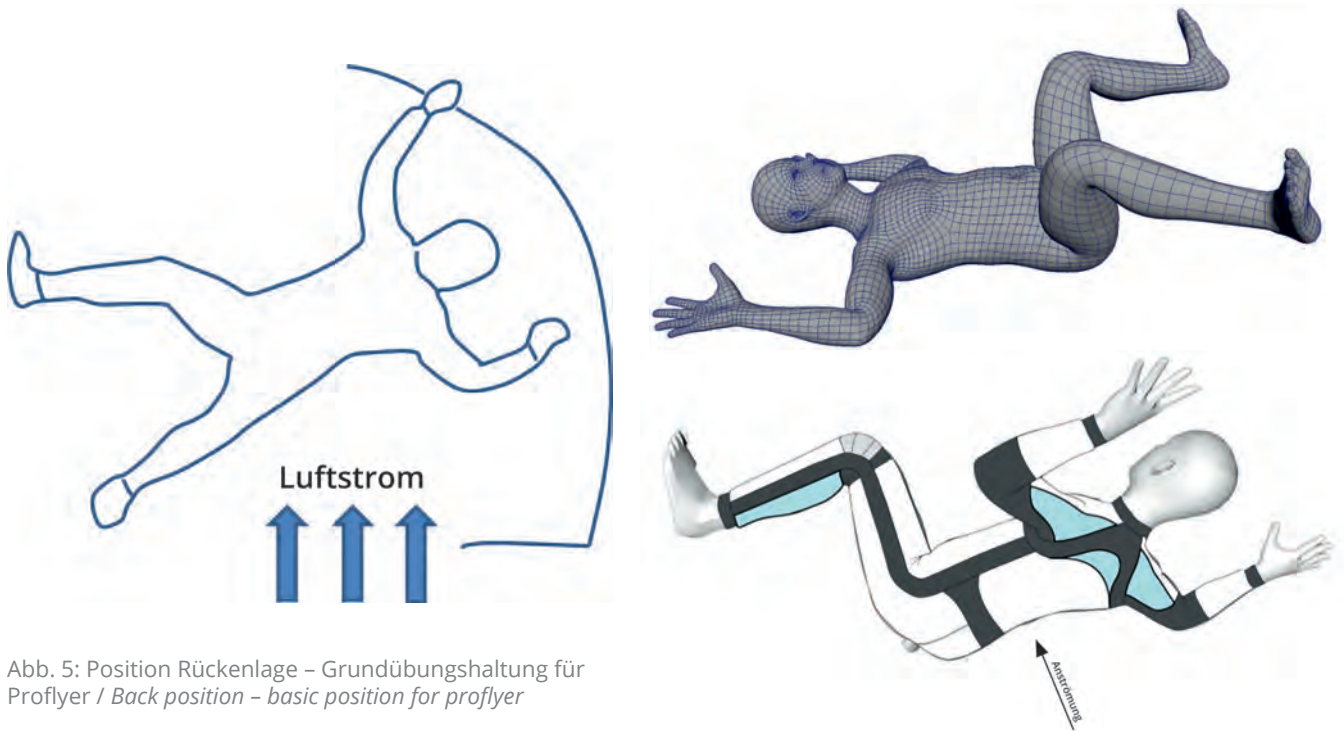


Abb. 5: Position Rückenlage – Grundübungshaltung für Proflyer / Back position – basic position for proflyer

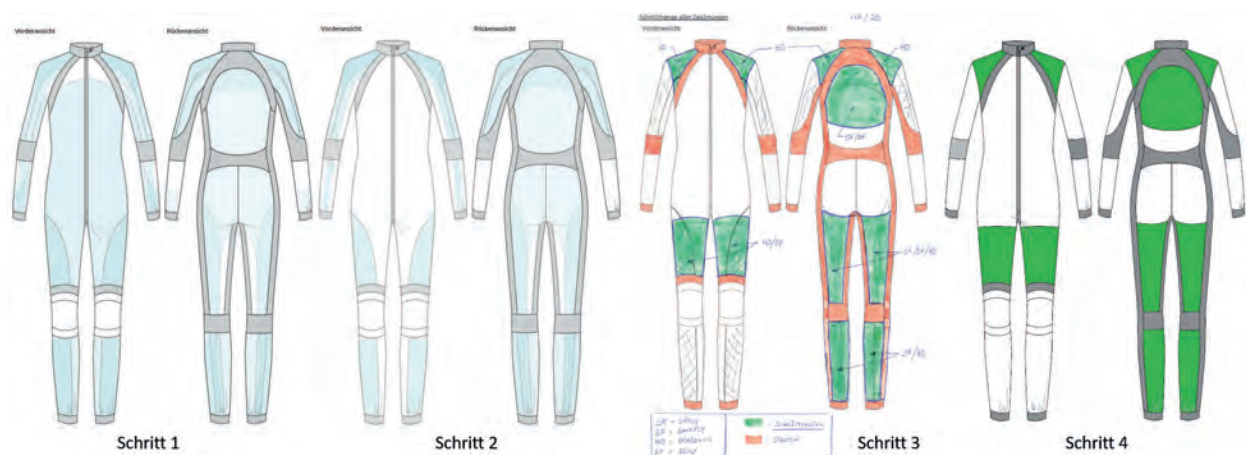


Abb. 6: Modifikationsschritte zur Ermittlung der optimalen Positionierung der Funktionsmaterialien und der Schnittteilgestaltung / Modification to determine optimal positioning of functional materials and pattern design

Da sich die Anordnung der Funktionsflächen in den analysierten Flugpositionen unterscheidet, musste ein Optimum für alle zu betrachtenden Flugpositionen gefunden werden. Die Modifikationen erfolgten außerdem unter Berücksichtigung der Möglichkeiten einer seriellen nähtechnischen Verarbeitung.

Aerodynamische Untersuchungen

Um eine optimale Funktionalität zu gewährleisten, wurden die aerodynamischen Eigenschaften der Sportanzüge unter Laborbedingungen im horizontalen Windkanal in einem reproduzierbaren Umfeld untersucht. Hierbei kann nicht auf reale Sportler:innen zurückgegriffen werden, da deren Flughaltungen im Detail nicht reproduzierbar sind. Einerseits nimmt die Sportler:in bei jedem neuen Versuch eine nicht identische Haltung ein, was die Reproduzierbarkeit der Messwerte einschränkt. Andererseits

sind die Messzeiten teilweise erheblich, sodass diese zu einer zu hohen Beanspruchung der Sportler:in führen würden. Durch Fertigung einer Messpuppe mit unterschiedlich einstellbaren Arm- und Beinhalten konnten die relevanten Flugpositionen reproduzierbar eingestellt und über eine entsprechende Zeit konstant gehalten werden.

Die Generierung der 3D-Modelle erfolgte anhand der Scandaten einer Testpilotin bzw. eines Testpiloten. Die digitalen 3D-Modelle (Abb. 7) dienen der Erstellung der Messpuppe für die aerodynamischen Untersuchungen im technischen Windkanal des Institutes für Luft und Raumfahrttechnik (ILR). Nach der Aufbereitung der Daten konnten die Planung für die weitere Vorgehensweise der Fertigung durchgeführt und ein Maschinencode für den Fräsprozess erstellt werden. Die Messpuppe wurde in mehrere Teile separiert, die auf einer 3-Achs- bzw. 5-Achs-Fräse gefertigt wurden. Ein Körperteil besteht teilweise aus

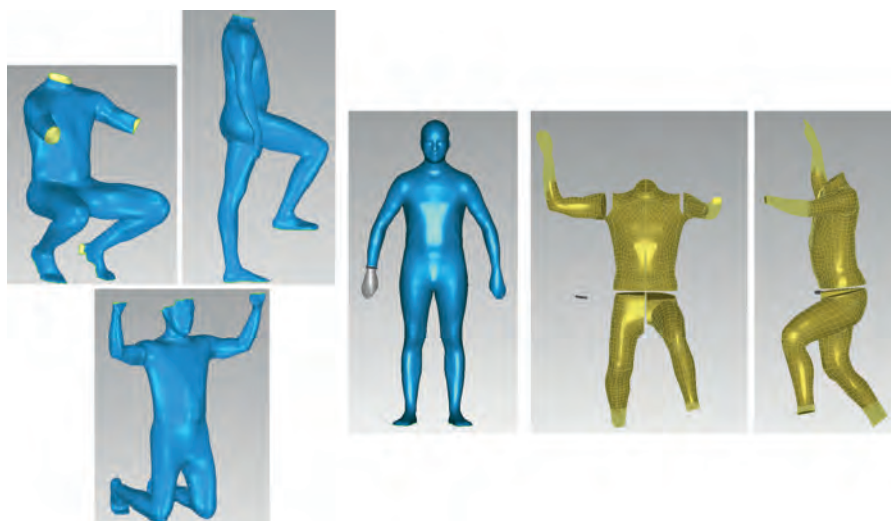


Abb. 7: Scandaten für die Messpuppe (links); Modellierung der Puppe für die Windkanaluntersuchungen (rechts) / *Scan data of the measuring dummy (left); Dummy modeling for the wind tunnel examination (right)*



Abb. 8: Messpuppe in der Position Bauchlage im horizontalen Windkanal des ILR / *Belly position of the measuring dummy in the ILR- wind tunnel*

mehreren gefrästen Teilen eines Modellkunststoffes hoher Dichte, welche miteinander verklebt wurden.

Mit Hilfe der in das Stativ der Messpuppe implementierten Messtechnik wurden die am Anzug und dem Körper angreifenden Kräfte gemessen, um die Auswirkungen unterschiedlicher Materialien und deren Positionierungen zu untersuchen.

Die Untersuchungen im horizontalen Windkanal (Abb. 8) wurden in mehreren Sessions durchgeführt, um die Wirksamkeit der getroffenen Veränderungen der Sportanzüge bzw. der Positionierung der Funktionsmaterialien nachweisen zu können.

Die Messungen für die untersuchten Flugpositionen und Testmaterialien konnten anhand der aufgezeichneten Diagramme ausgewertet werden (Abb. 9).

Die bekleideten Messpuppen zeigen gegenüber den unbekleideten Messpuppen einen höheren Widerstandsbeiwert, der mit der Erhöhung der Geschwindigkeit weiter ansteigt. Auch beim Anzug „Proflyer“ spielen die Falten, die besonders in den Arm- und Beinbeugen entstehen, eine nicht zu unterschätzen-

de Rolle. Beim Anzug „Firsttimer“ entsteht durch die deutlich größeren Weitenzugaben zum Körper ein Flattern, das einen un stetigen Kurvenverlauf verursacht. Dies musste bei der Auswertung berücksichtigt werden.

Praxiserprobung im vertikalen Windkanal

Die Praxiserprobung erfolgte im vertikalen Windkanal der Hurricane Factory Berlin. Dieser Windkanal ist der größte und leistungsstärkste seiner Art in Deutschland. Die Erprobungen der Prototypen wurden regelmäßig während der Projektbearbeitung durchgeführt, um die Effektivität der Optimierungen/Modifizierungen bei den Sportanzügen praktisch nachweisen zu können (Abb. 10).

Um die Projektziele zu kontrollieren, wurde die Erprobung anhand eines Bewertungskataloges beurteilt. Die Erstellung des Bewertungskataloges erfolgte in Zusammenarbeit mit den Testpilot:innen und Windtunnelbetreiber:innen, um die Erfordernisse der Benutzer:innen als auch der Betreiber:innen von Sport-Windkanälen zu erfassen. Ziel

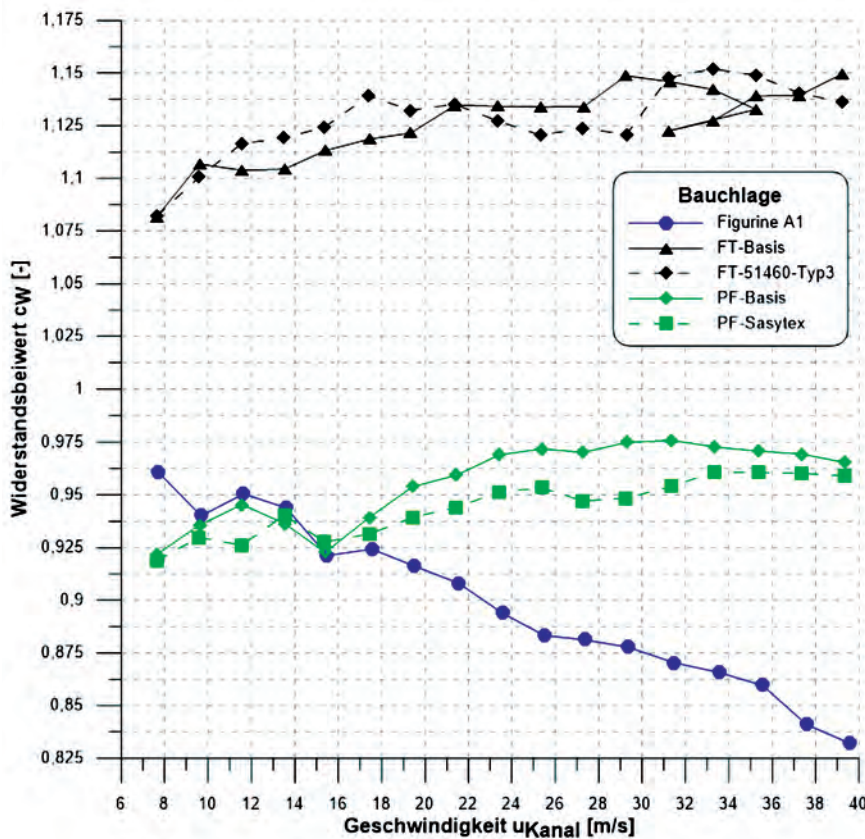


Abb. 9: Ergebnisse der Untersuchungen in Bauchlage für ausgewählte Materialien / Examination results in the belly position for selected materials



Abb. 10: Praxiserprobung durch erfahrene Sportler:innen / Practical testing by experienced athletes

der erprobten Geschwindigkeiten war es, die für den Bodyflyer erfliegbar Bereiche (in Bezug auf die Körperposition) und für die Tunnel-Betreiber:innen wirtschaftlichsten Bereiche (in Bezug auf Energieverbrauch) darzustellen. Für die Bewertung durch die Sportler:innen waren Funktionalität, Flugverhalten, Passform, Ergonomie und Trageempfinden entscheidend.

Zusammenfassung

Die im Projektverlauf gewonnenen Erkenntnisse bezüglich der Schnittgestaltung, der aerodynamischen Eigenschaften der erprobten Materialien und

deren Flugverhalten ermöglichten die Entwicklung neuartiger aerodynamisch optimierter und nutzerorientierter Sportanzüge aus funktionellen Textilien zur Anwendung in Vertikalwindtunneln. Dadurch wird eine neue Sportart gefördert, die komplett losgelöst vom Fallschirmsport funktioniert. Die Bodyflyer benötigen keine Transportmittel/Luftfahrzeuge wie die Fallschirmsportler:innen und sie können ihren Sport unabhängig von Wetter und Jahreszeit ganzjährig und ganzjährig ausüben.

Für die Hersteller von Fallschirmsportbekleidung bedeutet dies eine Erweiterung der Kundengruppe und Produktpalette.

Vom Rohstoff zu Hochleistungs-, Funktions- und biobasierten Fasern

From raw materials to high performance, functional and bio-based fibers

- **Forschung und Entwicklung in der Fasertechnologie – Erspinnung von Hochleistungsfasern, maßgeschneiderten Funktionsfasern und Fasern natürlichen Ursprungs / Research and development of fiber technology – Spinning of high performance fibers, customized functional fibers and protein-based fibers**
- **Weiterentwicklung der Spinntechniken (Nassspinnen, Schmelzspinnen, Elektrospinnen), thermische Faserumwandlungen und 3D-Druck / Further development of spinning techniques (wet spinning, melt spinning, electrospinning), thermal fiber transformations and 3D printing**
- **Entwicklung und Konstruktion neuer Anlagemodule für die Spinnanlagen / Development and construction of spinning modules**
- **Polymer- und Partikelsynthese / Synthesis of polymers and particles**

Das ITM verfügt entlang der gesamten Wertschöpfungskette über eine große Expertise in der Entwicklung von vielseitig einsetzbaren, faserbasierten Hochleistungstextilien. Als Grundlage dienen maßgeschneiderte Endlosfilamentgarne, die in Faserspinnprozessen aus innovativen Materialien hergestellt werden. Hierfür werden die polymeren Ausgangsstoffe in einen fließfähigen Zustand überführt und nach der Extrusion durch zielgerichtet konstruierte Spinn düsensysteme verfestigt. Auf Basis ganzheitlicher und fundierter Kenntnisse erfolgen die Auswahl, Variation und Kombination von Materialien und Prozessparametern. Mithilfe der am ITM vorhandenen Lösungsmittel- und Schmelzspinntechnologien entwickeln die Wissenschaftler:innen auf diese Weise maßgeschneiderte Fasern, die verschiedenste Hochleistungsanwendungen ermöglichen.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich Lösungsmittelspinnen werden u. a. mithilfe einer Pilotspinnanlage der Firma FOURNÉ POLYMERTECHNIK GMBH realisiert und umfassen bspw. Biofasern aus Chitosan oder Kollagen, Hochleistungsfasern auf Polyacrylnitril (PAN)-Basis als Kohlenstofffaserpräkursoren sowie piezo-sensitive Fasern und Formgedächtnisfasern. Einen großen Kenntnisstand besitzt das ITM in der Verspinnung von biologisch hochreinem Chitosan (siehe Abb. 1). Damit können unter

anderem mithilfe der *Netshape-Nonwoven*-Technologie oder der Technologie des elektrostatischen Beflockens textile Trägerstrukturen (*Scaffolds*) hergestellt werden, die gezielt als Implantate im *Tissue Engineering* eingesetzt werden können.

Ein weiterer Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten liegt in der tiefgreifenden Erforschung maßgeschneiderter Kohlenstofffaser (engl. *carbon fiber* (CF))-präkursoren. Unter Zuhilfenahme verschiedener Präkursormaterialien, wie PAN, Lignin oder Cellulose, sowie Nanokohlenstoffen (z. B. CNTs) oder Graphen werden skalenergreifende Mechanismen bei der Faserbildung und die Minimierung von Strukturfehlern erforscht. Ein wichtiger Forschungszweig beschäftigt sich dabei mit der Entwicklung multifunktionaler CF durch die Ausbildung von interkonnektierenden Poren in den Präkursorfasern (siehe Abb. 2) für Energie- und Wasserstoffspeicherung. Durch die definierte Einstellung der Transport- und Diffusionsprozesse während der Koagulation und der Orientierung der Makromoleküle im Nassspinnprozess können die Porengrößen und -verteilung in den PAN-Präkursoren und damit für die resultierenden CF gezielt beeinflusst werden.

Für die Erforschung der Verarbeitung der neuartigen Präkursoren zu CF stehen dem ITM in Zusam-

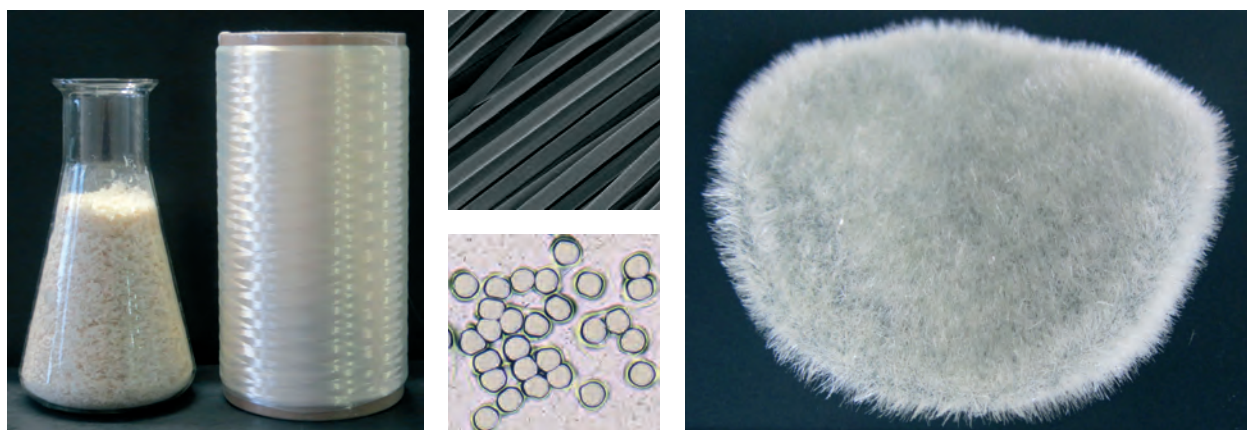


Abb. 1: Chitosan-Rohmaterial und nassgesponnenes Chitosangarn; REM- und LM-Querschnittsaufnahme; geflockter Chitosanscaffold / Chitosan raw material and wet-spun chitosan yarn; SEM and cross-section image; flocked chitosan scaffold

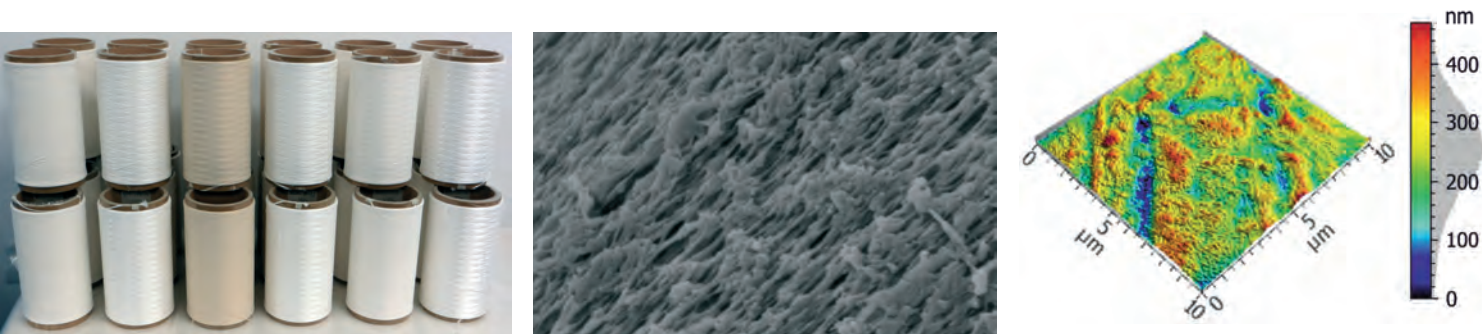


Abb. 2: Nassgesponnene poröse PAN-Blendfasern (links); REM-Aufnahme (Mitte) und AFM-Aufnahme einer porösen Präkursorfaseroberfläche (rechts) / *Wet-spun porous PAN blend fibers (left); SEM image (middle) and AFM image of a porous precursor fiber surface (right)*

menarbeit mit dem Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden im 2018 eröffneten RESEARCH CENTER CARBON FIBERS (RCCF)-Technikum eine kontinuierliche Stabilisierungs- und eine Carbonisierungslinie im Pilotmaßstab sowie umfangreiche instrumentelle Analytik zur Verfügung. Die erarbeiteten Erkenntnisse ermöglichen das Maßschneidern und den anforderungsgerechten Einsatz von CF in zukunftsweisenden Hochtechnologiefeldern, wie dem textilen Bauen mit Carbonbeton oder dem Einsatz von funktionellen Energiespeichersystemen mit erhöhter Elektrodenkapazität bei gleichbleibenden werkstoffmechanischen Eigenschaften.

Darüber hinaus werden am ITM neuartige Hochleistungsfilamentgarne mittels Schmelzspinnen entwickelt und erforscht. Dazu steht eine modular aufgebaute und flexible Bikomponenten-Schmelzspinnanlage (Biko-SSA) der Firma DIENES APPARATEBAU GMBH zur Verfügung. Diese erlaubt die Verarbeitung einer Vielzahl von Polymeren, von klassischen Schmelzspinnpolymeren (PP, PE, PC, PET und PA) über bioabbaubare und biokompatible Polymere (PLA, PVA, PCL und PHB) bis hin zu speziellen Hochleistungspolymeren (PPS, PEEK und PAI) und Polymerkompositen. Es werden thermoregulierbare Biko-Fasern aus Phase Change Materials (PCM), splittfähige Biko-Fasern (siehe Abb. 3) mit hoher Oberfläche, großer Oberflächenrauheit und sehr gutem Abrasionsverhalten und Sensorgarne aus elektroaktiven Polymeren sowie Formgedächtnisgarne aus thermoplastischem Polyurethan (TPU) ersponnen und verarbeitet.

Aktueller Fokus der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an der Biko-SSA liegen einerseits auf der

Entwicklung nano- bis mikrostrukturierter Fasern zur Realisierung einer deutlich verbesserten Faser-Matrix-Haftung und andererseits nachhaltiger Präkursoren für CF auf Basis von modifizierten Lignin- bzw. Cellulosederivaten. Die daraus entwickelten CF erhalten eine spezielle dreidimensionale miteinander verbundene mikroporöse Struktur, die ein vielversprechendes Potenzial für Kathoden in Lithium-Schwefel (Li-S)-Batterien aufweisen. Der Einstieg in CF-Forschung für Batterieanwendungen ist Teil der Innovationsstrategie vom ITM.

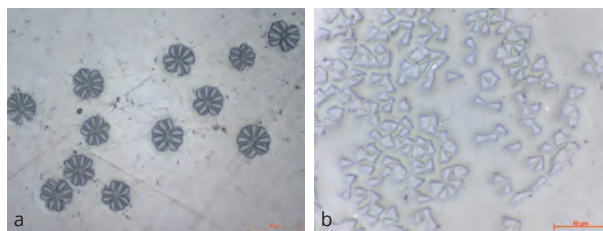


Abb. 3: Querschnittsbilder der Biko-Splittfasern aus PLA/PP (a) und PET/PA6 (b) / *Cross-sectional images of bico split fibres made of PLA/PP (a) and PET/PA6 (b)*

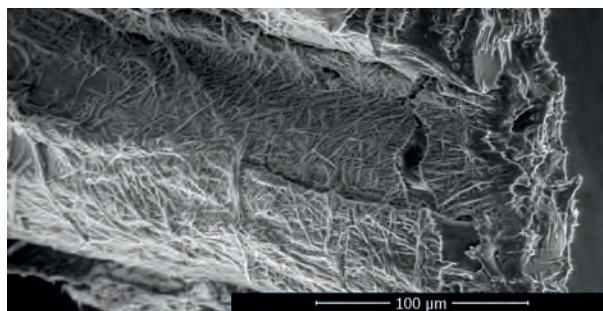


Abb. 4: Schmelzgesponnene Fasern mit skalierbarer nano- bis mikrostrukturierter Oberfläche / *Melt-spun fibers with scalable nano- to micro structured surface*

Technische Ausstattung

- Bikomponenten-Schmelzspinnanlage, Lösungsmittelnassanlage, Kolbenspinnanlage, Elektroschmelzspinnanlage
- Stabilisierungs- und Carbonisierungsanlage (RCCF)
- Rheometer sowie umfangreiche instrumentelle chemisch/physikalische Analytik
- Syntheselabor

Ausgewählte Publikationen

- Onggar, T.; Kruppke, I.; Cherif, Ch.: *Techniques and processes for the realization of electrically conducting textile materials from intrinsically conducting polymers and their application potential (review)*. *Polymers* 12(2020)12, 2867, DOI: 10.3390/polym12122867 (online)
- Tonndorf, R.; Aibibu, D.; Cherif, Ch.: *Thermoresponsive shape memory fibers for compression garments*. *Polymers* 12(2020)12, 2989, DOI:10.3390/polym12122989 (online)
- Probst, H.; Katzer, K.; Nocke, A.; Hickmann, R.; Zimmermann, M.; Cherif, Ch.: *Melt spinning of highly stretchable, electrically conductive filament yarns*. *Polymers* 13(2021)4, 590, DOI: 10.3390/polym13040590 (online)

Neue Technologie zur Verspinnung von reinen Metall-Spinnfasern und zur Verarbeitung von Holzwolle

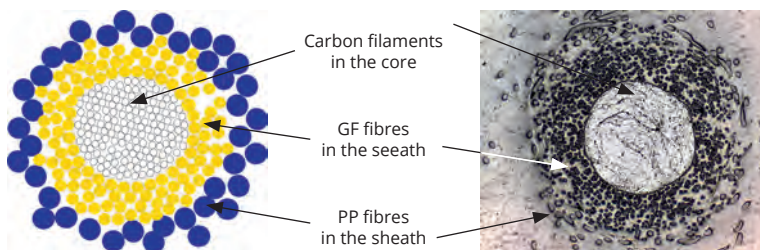
New technology for spinning of pure metal staple fiber and for processing wood wool

- **Entwicklung von Hybridgarnen für Composites / Development of hybrid yarns for composites**
- **Entwicklung einer neuartigen Prozesskette zur Herstellung kostengünstiger Metall Stapelfasergarne / Development of a novel process chain for the production of cost efficient metal staple fiber yarns**
- **Hochleistungsstapelfasergarne aus CF, GF, AR und Basalt für technische Anwendungen / High performance staple fiber yarns of CF, GF, AR and basalt for technical applications**
- **Entwicklung, Modellierung und Simulation von Spinnmaschinen und -prozessen / Development, modeling and simulation of spinning machines and spinning process**
- **Entwicklung von Thermoplastholzstrukturen aus Holzwolle für komplex geformte, biobasierte Composites / Development of bio-based thermoplastic wood structures made of wood wool for complex-shaped, bio-based composites**
- **Entwicklung von Flechtgarnkonstruktionen und Flechttechnologien für technische Anwendungen / Development of braiding yarn and braiding technologies for technical applications**

Die Forschungsgruppe „Multimaterial-Garnstrukturen für Hightech-Anwendungen“ am ITM beschäftigt sich intensiv mit der Entwicklung von anforderungsgerechten Hybrid-, Filament-, Stapelfaser-, Flecht-, Sensor- und Aktorgarnkonstruktionen und -strukturen für technische Anwendungen. Alle notwendigen Maschinentekniken von der Faseraufbe-

reitung, Spinnereivorbereitung bis zur Ausspinnung und Umspulung sowie Prüfgeräte zur Charakterisierung von Faser-, Band- und Garnstrukturen sind am ITM vorhanden.

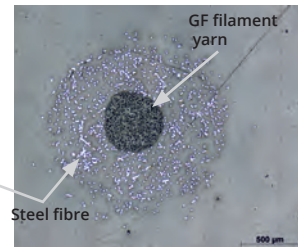
Ein besonderer Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten konzentriert sich auf die Entwicklung von



Hybridgarnkonstruktion als Heizelement / Hybrid yarn as heating element



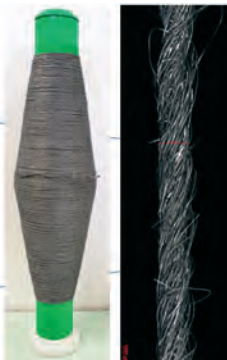
Leitfähige Hybridgarnkonstruktion aus Stahldraht und GF / Conductive hybrid yarns made of steel and GF



Gehobelter Metallfaserband



Metallstapelfasergarn

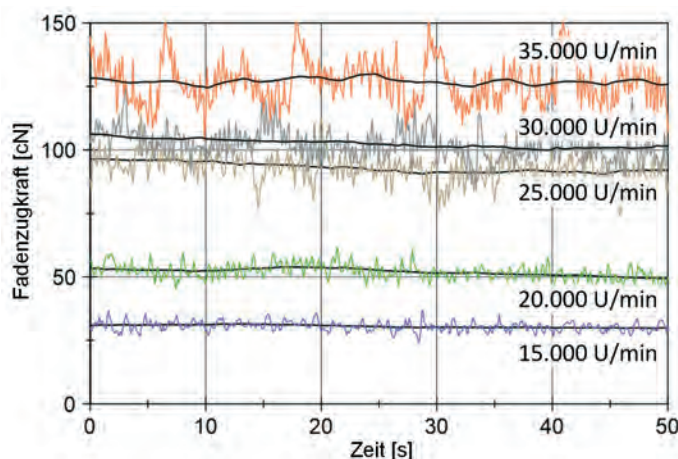
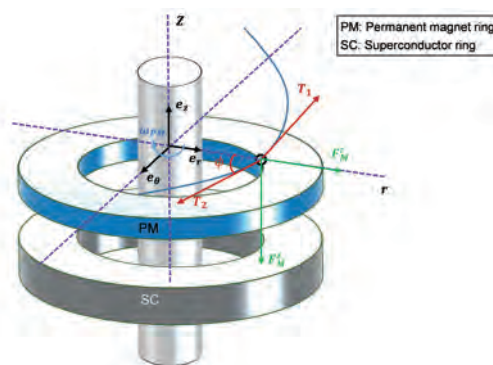


Gewebe aus Edelstahlfasergarn



Neuartige Metall-Spinnfasergarne / Novel metal fibre spun yarn

Oberflächenprofilierter Flechtgarnkonstruktion / Surface profiled braided yarn construction



Prototyp der supraleitenden Turboringspinnmaschine / *Prototype of the superconducting turbo ring spinning machine*

dreiphasigen, auf Filamentebene hybridisierten Hybridgarnen bestehend aus metallischen Verstärkungsfilamenten, nichtmetallischen Hochleistungsverstärkungsfilamenten und thermoplastischen Filamenten. Hierfür sollen die mechanischen Eigenschaften und Potenziale dieser neuartigen Werkstoffklasse mittels einer experimentellen sowie einer umfangreichen numerischen Charakterisierung tiefgreifend untersucht werden. Ein weiteres wichtiges Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Entwicklung und Erforschung von Technologien zur Realisierung dreiphasiger, hochgradig dispergierter Hybridgarne auf Basis der Luftdüsen- und Spreizfalttechnik.

Weitere Forschungsprojekte befassen sich mit der erstmaligen Entwicklung und technischen Umsetzung von biobasierten, flächigen Thermoplast-Holzstrukturen (THS) aus Holzwolle und Bio-Thermoplastfasern sowie der simulationsgestützten Entwicklung einer Spinn Technologie bis zu einer Spindeldrehzahl von 50.000 U/min auf Basis der Supraleitungstechnologie als Ersatz für das klassische Ring-Läufer-System an Ringspinnmaschinen.

Weitere Aktivitäten bestehen in der Konzeption, Entwicklung, Modifizierung und Anpassung der vorhandenen Garnbildungstechnologien zu industrietauglichen Verfahren zur Ausspinnung feiner Stapelfasergarne aus empfindlichen Hochleistungsfasermaterialien und aus Metallspinnfasern. Darüber hinaus werden Flechtstrukturen bspw. für die Bewehrung von Carbonbeton, Medizinanwendungen (Implantate, Stents), Gas- und Flüssigkeitsfilter sowie thermische und elektrische Elemente entwickelt.

Technische Ausstattung

- Krempel-, Streck-, Banddoublier- und Spinnmaschinen im Labor- und Industriemaßstab zur Verarbeitung von Standard- und Hochleistungsfasern
- Prototyp einer supraleitenden Turboringspinnmaschine
- Spinnmaschinen (Auswahl): Hochleistungsregulierstrecke Rieter RSB-D40, Autocoro-Spinn tester, DREF 2000/3000, Flyer Rieter F 15, Kompaktringspinnmaschine Rieter K44, Langstapelringspinn tester LSE 2000, Luftdüsen spinnmaschine Rieter Air-Jet J20V3, Texturiermaschine Stähle RMT-D, Spultester Autoconer X5, Zwirn- und Kabliermaschine von der Firma Saure
- Variationsflechtmaschine Herzog VF 1/4-32-140
- Standard- und spezielle Prüfgeräte zur Charakterisierung von Fasern, Bändern und Garnen

Ausgewählte Publikationen

Schmidt, E.; Hasan, M. M. B.; Abdkader, A.; Cherif, Ch.: Development of a process chain for the production of high-performance 100 % metal spun yarns based on planed metal staple fibres. *SN Applied Sciences* 2(2020)8, DOI: 10.1007/s42452-020-03206-y, article 1431 (online)

Lenz, M.; Hossain, M.; Beitel Schmidt, M.; Cherif, Ch.; Abdkader, A.: Natural oscillations of yarn balloons in ring spinning. *Applied Mathematical Modelling* 88(2020), DOI: 10.1016/j.apm.2020.06.025, pp. 518-528

Sparing, M.; Espenhahn, T.; Fuchs, G.; Hossain, M.; Abdkader, A.; Nielsch, K.; Cherif, Ch.; Hühne, R.: Analysis of the high-speed rotary motion of a superconducting magnetic bearing during ring spinning. *Engineering Research Express* 2(2020)3, 035039, DOI: 10.1088/2631-8695/abb7e4 (online)

Innovative, auf Mikroebene homogen durchmischte Faserstrukturen aus recycelten Carbonfasern für Composites

Innovative micro-level homogeneously mixed fiber structures made from recycled carbon fibers for composites

- **Technologieentwicklung zur schonenden Verarbeitung von recycelten Carbonfasern von der Faseraufbereitung bis zur Verspinnung im Labor- und Industriemaßstab / Technological development for the gentle processing of recycled carbon fibers from fiber preparation to spinning in lab and industrial scale**
- **Entwicklung von Hybridgarnkonstruktionen aus recycelten Carbonstapelfasern für lasttragende thermoplastische CFK-Bauteile / Development of hybrid yarn constructions made from recycled carbon staple fibers for load-bearing thermoplastic CFRP components**
- **Entwicklung von auf Mikroebene homogen durchmischten, thermoplastischen rCF-Organoblechen / Development of micro-level homogeneously mixed thermoplastic rCF organic sheets**
- **Entwicklung von auf Mikroebene homogen durchmischten, thermoplastischen rCF-Tapes / Development of micro-level homogeneously mixed thermoplastic rCF tapes**
- **Technologietransfer für andere Hochleistungsfasern / Transfer of the developed technology to other high performance fibers**

Die Entwicklung einer textiltechnologischen Prozesskette zur schonenden Verarbeitung von recycelten Carbonfasern (rCF) sowie die damit verbundene Faserstrukturherstellung stehen seit einigen Jahren im Fokus der Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten des ITM. Diese Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Verwertung von rCF wurden mit dem AVK-Innovationspreis 2016 im Rahmen der Composite Europe und mit dem Deutschen Rohstoffeffizienzpreis 2016 vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ausgezeichnet.



Dabei wurde die gesamte Prozesskette der industriellen Technologie zur Entwicklung von rCF-Hybridgarnen, rCF-Hybridtapes und rCF-Hybridorganoblechen entwickelt (Abb. 1), beginnend von der Fasermischung über den Krempelprozess, die Ver-

streckung bis hin zur Garnverspinnung, Tapes- und Organoblechfertigung. Darüber hinaus werden Prüftechniken zur Charakterisierung der Garne, Tapes und Organobleche aus rCF und thermoplastischen Fasern entwickelt.

Ein Kernstück der entwickelten Prozesskette stellt die Krempeltechnologie mit integrierter Bandbildungsvorrichtung dar. Die Herausforderung besteht dabei in einer schonenden Verarbeitung der glatten, sehr dünnen und extrem querkraftempfindlichen Carbonfasern. Der Anlagenbauer Oskar

DILO Maschinenfabrik KG hat in Zusammenarbeit mit dem ITM eine Speziallaborkrempel mit Bandbildungsvorrichtung im Technikumsmaßstab für die Verarbeitung der rCF in Kombination mit thermoplastischen Fasermaterialien entwickelt (Abb. 2).



Abb. 1: Am ITM entwickelte Prozesskette zur Herstellung von rCF-Composites / Process chain for the manufacturing of rCF composites developed at ITM



Abb. 2: Dilo-Speziallaborkrempelanlage mit Bandbildungsvorrichtung / *Special laboratory carding machine with sliver formation unit*

Wesentliche Vorteile beim Einsatz der entwickelten neuartigen rCF-Garnkonstruktionen (Abb. 3) im Vergleich zu primären CF-Garnen sind:

- Kostengünstige Herstellung des rCF-Hochleistungshybridgarns mit hohem Automatisierungspotenzial
- Abfallbeseitigung, Energie- und Ressourcenschonung
- Homogene Durchmischung von rCF und thermoplastischen Fasern auf Mikroebene
- Hohe Drapierfähigkeit der Halbzeuge und damit hohe Eignung für die Gestaltung komplexer 3D-CFK-Bauteile
- Gut geeignet für Serienproduktion von komplexen Verbundbauteilen mit extrem kurzen Taktzeiten

Zusätzlich verfügen die CFK-Bauteile über folgende Eigenschaften:

- Einsatz als lasttragendes Bauteil, wobei bis zu 90 % der Verbundfestigkeit von CF-Primärfilamenten erreicht werden.
- Effektive Lösung der Entsorgungsproblematik von CF-Abfällen mit Verarbeitung von rCF ab 40 mm mittlerer Faserlänge
- Hochproduktive Herstellung unterschiedlicher Bauteildicken durch Verwendung maßgeschneiderter Garnfeinheiten (je nach Anwendung im Bereich von 200 – 3500 tex).

Mit der entwickelten Technologie werden hochorientierte, homogen durchmischte und gleichmäßige Vliese, Bänder und Hochleistungshybridgarne, UD-Tapes und Organobleche für lasttragende Verbundbauteile hergestellt. Damit kann das Leistungspotenzial der rCF in hohem Maße ausgeschöpft werden. Die Vielschichtigkeit der Arbeiten des ITM gestattet eine Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse zur technischen Realisierung von Garnen aus recycelten Carbonfasern mit industrietauglichen Qualitäten auf das Recycling anderer Hochleistungsfaserstoffe.

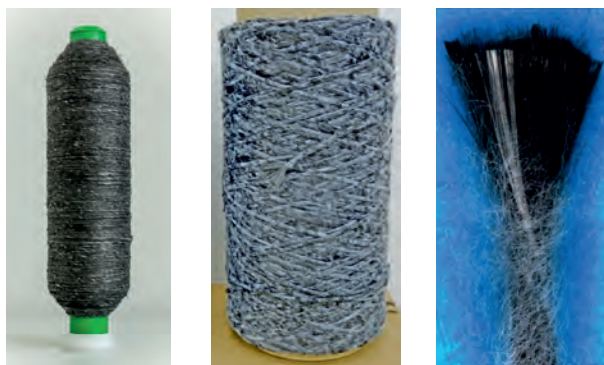


Abb. 3: Verschiedene Garnkonstruktionen aus rCF / *Different yarn constructions consisting of rCF (realized by roving frame, wrap and friction spinning)*

Technische Ausstattung

- Spezielle Öffnungs-, Krempel-, Streck- und Spinnanlagen zur Verarbeitung von rCF
- Standard- und Spezialprüfgeräte zur Charakterisierung der Fasern, Faserbänder und Garne

Ausgewählte Publikationen

Hengstermann, M.; Kopelmann, K.; Nocke, A.; Abdkader, A.; Cherif, Ch.: Development of a new hybrid yarn construction from recycled carbon fibres for high-performance composites. Part IV: Measurement of recycled carbon fibre length. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* 15(2020), DOI: 10.1177/1558925020910729 (online)

Khurshid, M. F.; Hillerbrand, M.; Abdkader, A.; Cherif, Ch.: Processing of waste carbon and polyamide fibers for high performance thermoplastic composites: Modifications to the auto leveling system to enhance the quality of hybrid drawn sliver. *Journal of Industrial Textiles* (2020), DOI: 10.1177/1528083720913530 (online)

Hengstermann, M.: Entwicklung von Hybridgarnen aus recycelten Carbonfasern und Polyamid 6-Fasern für thermoplastische Verbundbauteile mit hohem Leistungsvermögen. Dresden, Technische Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Dissertation, 2020

Entwicklungen zum Hochleistungskettenwirkprozess und zu technischen Gewirken

Development of the high-performance warpknitting process and technical warp knitting

- **Prozessentwicklung für das Hochleistungskettenwirken / Process development for high-performance warp knitting**
- **Struktur- und Bindungsentwicklung für komplexe gewirkte Technische Textilien / Structural design and pattern development of complex warp-knitted technical textiles**
- **Entwicklungen von technischen Gewirken aus Hochleistungsfaserstoffen für den Leichtbau / Development of warp-knitted fabrics made of high-performance fibers for lightweight applications**

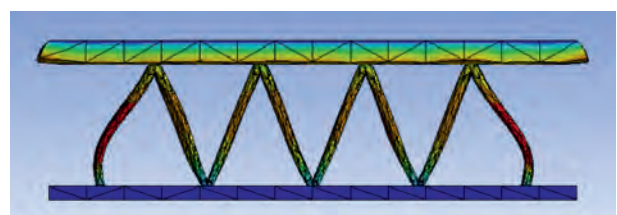
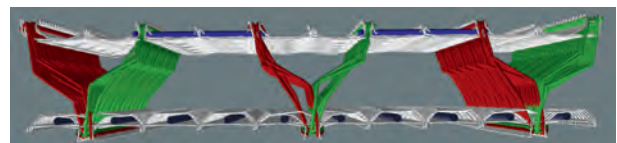
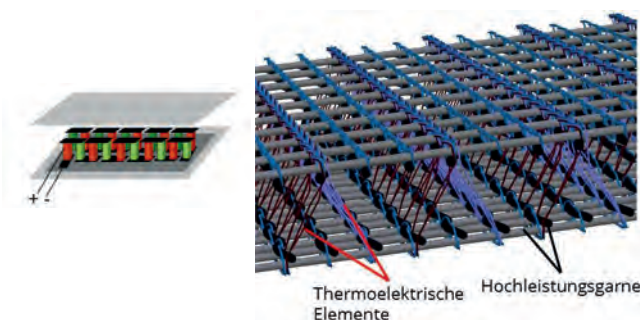
Der Kettenwirkprozess weist durch die hohe Strukturvariabilität und extrem hohe Produktivität der Kettenwirkmaschinen ein besonders hohes Leistungspotenzial auf, das jedoch aufgrund der hochdynamischen Fadenbeanspruchungen insbesondere bei technischen Anwendungen besondere konstruktiven Maßnahmen erfordert. Gezielte technologisch-konstruktive und kinematische Modifikationen sowie die Entwicklung von Zusatzsystemen werden am ITM zur Leistungssteigerung der Kettenwirkmaschinen und zur Entwicklung von Gewirken hoher Komplexität angewandt. Die Entwicklung von anforderungsgerechten Technologien und Produkten erfolgt stets in enger Zusammenarbeit mit den Industriepartnern.

Technische Gewirke und Abstandsgewirke für höchste Anforderungen und Spezialanwendungen werden am ITM systematisch mittels einer CAD-gestützten Bindungs- und Strukturentwicklung auf Basis der Software EAT ProCad Warpknit realisiert. Die besondere Kompetenz des ITM erlaubt durch gezielte Maschinenentwicklungen die Umsetzung komplexer multifunktionaler Strukturen. Umfassende Analysen der Kettenwirkmaschinen mit modernster Messtechnik (z. B. hochdynamische Fadenzugkraftaufnehmer, 3D-High-Speed-Videokameras, Beschleunigungsaufnehmer, Lasertriangulatoren) und Modal- sowie FFT-Analysen bilden die Basis für technologische Entwicklungen zur effektiven Verar-

beitung von dehnungsarmen Fäden und zur Integration von Funktionsfäden in Kettengewirke. Dies ermöglicht neue Produktbereiche für Kettengewirke im Bereich der Technischen Textilien und die Leistungssteigerung bei der Verarbeitung anspruchsvoller Materialien, sodass sich z. B. hochfeste Filament-, Kompakt- und auch Baumwoll-Ringgarne bei hohen Drehzahlen schonend verarbeiten lassen.

Durch konstruktiv-technologische Modifikationen an RR-Raschelmachines wird die effektive Verarbeitung von groben Hochleistungsfäden (Carbon- und Glasfäden ab 800 tex) im Schuss-, Steh- und Polfadensystem möglich. Auf dieser Basis werden Abstandsgewirke für Leichtbaupaneele entwickelt, die bei geschlossenen Deckflächen in x-, y- und z-Richtung Verstärkungsfäden aufweisen. Derzeitige Entwicklungen konzentrieren sich auf die Realisierung von variabel gekrümmten Spacer-Strukturen mit integrierten Verbindungselementen in unterschiedlichen geometrischen Ausprägungen.

Für die Steigerung der Produktvariabilität auf Kettenwirkmaschinen und für einen Beitrag zur nachhaltigen Stromerzeugung werden am ITM technologische Lösungen entwickelt, die die direkte und variable Integration von Funktionsfäden in die Gewirke erlauben. Mit der gezielten Integration von thermoelektrischen Drähten und elektrisch leitfähigen Garnen in die Deckflächen und den Pol von Abstandsgewir-



3D-Modelle von thermoelektrischen abstandsgewirkten Paneelen / 3D-models for thermoelectric spacer warp knitted panels



Schnittansicht eines thermoelektrischen abstands-gewirkten Halbzeugs / *Cross section of a thermoelectric warp knitted spacer fabric*

ke können Thermoelemente abgebildet werden, die eine verschleiß- und wartungsfreie Stromerzeugung aus Abwärme ermöglichen. Die Forschungen bauen auf den am ITM gewonnenen Erkenntnissen aus den Bereichen Abstandsgewirke für Leichtbaupaneele und Smart Textiles auf. Die Entwicklung dieser Thermogeneratoren auf Basis funktionalisierter faserverstärkter Paneele ist eine große Herausforderung. Für die vollständig integrale Herstellung dieser Strukturen auf der Wirkmaschine, für die Erzielung eines hohen Wirkungsgrades und für die wirtschaftlichen Fertigung ist der Einsatz der besonderen Kompetenzen des ITM im Bereich Maschinenbau, Elektrotechnik und Textiltechnologie erforderlich.



Hochleistungskettenwirkautomat / *High-performance warp knitting machine*



Konsolidierte gekrümmte Abstandsgewirke / *Consolidated spatial warp-knitted spacer fabrics*



RR-Raschelmaschine zur Verarbeitung von groben Hochleistungsgarnen / *Double-bar raschel machine for the processing of coarse high-performance yarns*

Technische Ausstattung

- RL-Kettenwirkautomat Copcentra 3K
- RR-Raschelmaschine MINI-TRONIC 808
- RL-Laborraschelmaschine Racop TR6

Ausgewählte Publikationen

Franz, C.: Entwicklung von Abstandsgewirken aus Hochleistungsfaserstoffen für gekrümmte Leichtbaupaneele. Dresden, Technische Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Dissertation, 2020

Dallmann, A.; Franz, C.; Hoffmann, G.; Cherif, Ch.: Development of spacer warp knitted thermoelectric generators. *Smart Materials and Structures* 30(2021)3, 035034, DOI: 10.1088/1361-665X/abde24 (online)

Multiaxial-Kettenwirk- und Robotiktechnologien für Verbundwerkstoffe

Multiaxial warp knitting an robotic technologies for composite applications

- **Maschinen-, Verfahrens- und Produktentwicklung zur Herstellung neuartiger Gelegetypen zur schonenden und effizienten Verarbeitung sowie zur Entwicklung von textilen Verstärkungsstrukturen mit hoher Funktionsdichte** / *Machine, process and product development for the manufacture of new non-crimp fabrics (NCF) for gentle and efficient processing and for the development of textile reinforcement structures with high functional density*
- **Entwicklung von Multiaxialgelegen für Faserkunststoffverbunde, Bewehrungen für Textilbetonanwendungen und endformgerechten textilen Halbzeugen in 2D- und 3D-Form als geschlossene/gitterartige Strukturen oder Membranen** / *Development of multiaxial NCF for fiber-reinforced plastics, reinforcements for textile concrete applications and near-net-shape textile preforms in 2D and 3D shape as a closed/grid-like structure or membrane*
- **Forschungen zur robotergestützten Herstellung biologisch inspirierter lastangepasster 3D-Textilbewehrungen** / *Research on robot-aided production of biologically inspired load adjusted 3D textile reinforcements*

Am ITM erfolgt die Entwicklung und Fertigung geschlossener und gitterartiger textiler Verstärkungsstrukturen auf Multiaxial-Kettenwirkmaschinen sowie auf Basis der Robotik. Diese sind für die Verarbeitung von Hochleistungsfaserstoffen wie Carbon oder Glas bestens ausgerüstet. Hierfür stehen u. a. eine Malitronic®-Anlage, sowie 6-Achsen-Industrieroboter zur Verfügung. Im BMBF-Forschungsvorhaben „C³ – Carbon Concrete Composite“ wurden am ITM u. a. neuartige Bewehrungsstrukturen und Beschichtungssysteme sowie die notwendige Maschinenteknologie dafür entwickelt, um das Einsatzspektrum für Carbonbeton zu erweitern und zusätzliche Anwendungsfelder zu erschließen (B1). Im Rahmen von C³ wurden eine Vielzahl von weiteren praxisrelevanten Themen bearbeitet wie brandfallbeständige Textilbewehrungen (V2.3)

wickelt zur Herstellung von Leichtbaugreifern mit integrierter Aktorik auf Basis von Formgedächtnislegierungen. Im Rahmen des SFB/TRR 280 wird die Robotik weiterhin ein Forschungsschwerpunkt bleiben. Ziel ist die Entwicklung einer Technologie zur Realisierung von biologisch inspirierten lastangepassten 3D-Textilbewehrungen.

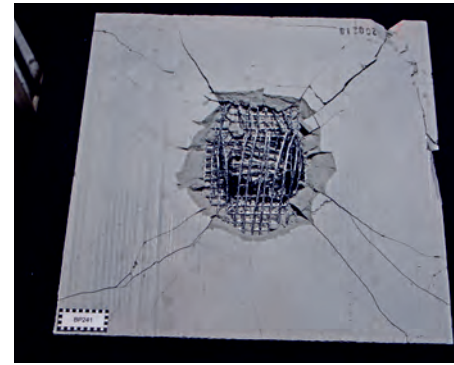
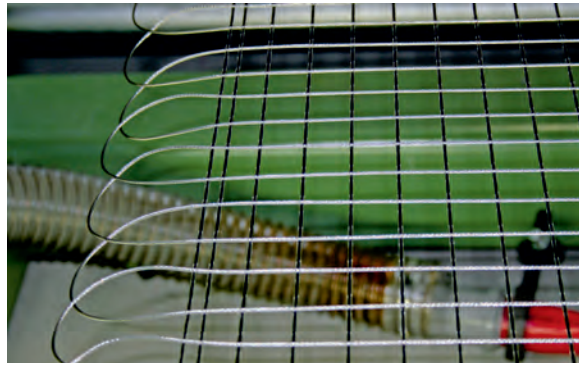
Darüber hinaus werden in industrienahen Projekten textile Bewehrungen mit profilierten Oberflächen entwickelt, sowohl auf Basis der Multiaxial-Kettenwirktechnik als auch der Robotik, mit dem Ziel, den Verbund zwischen der Textilbewehrung und dem Beton zu verbessern (IGF 21153, IGF 21375, ZF4008344KI9). Weiterhin erfolgte die Entwicklung von impaktresistenten Textilbeton-Konstruktionen (IGF 19009), materialeffizienten Amphibienleitein-



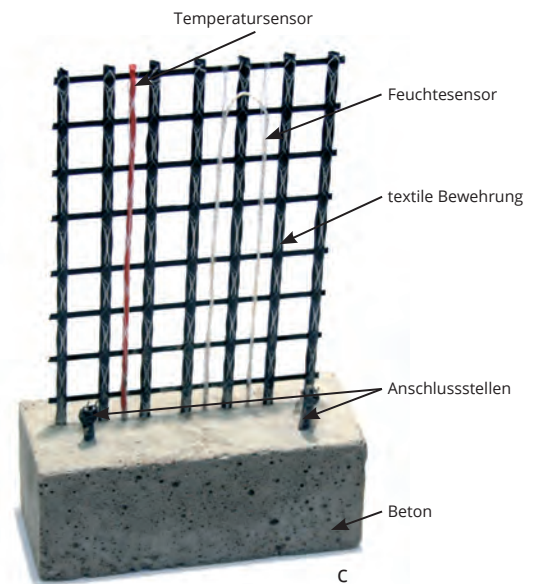
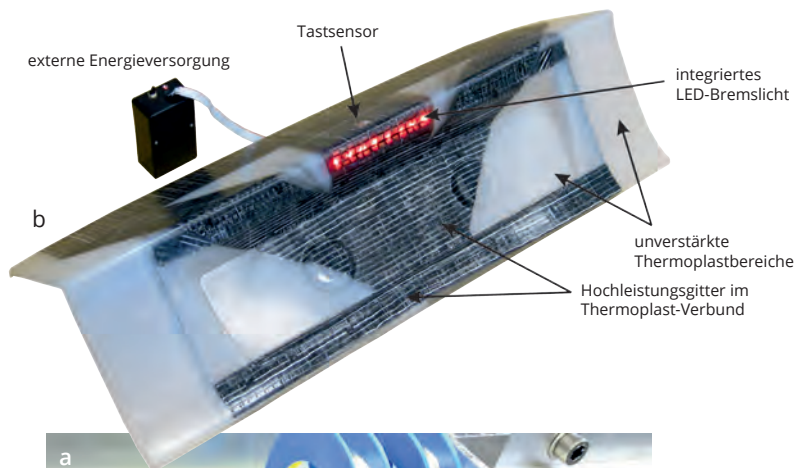
Robotergestützte Fertigung textiler Hochleistungsstrukturen (links), textile Bewehrungsstruktur (Mitte), Greiferelement (rechts) / Robot-based production of high-performance textile structures (left), reinforcement structure (middle), gripper element (right)

sowie die Qualitätssicherung der branchenübergreifenden Herstellungsprozesskette (E). Ein besonderer Schwerpunkt ist die Entwicklung von innovativen Verfahren zur Fertigung von lastangepassten, materialeffizienten Bewehrungsstrukturen. Hierfür wurde eine robotergestützte Anlage für die Technologieentwicklung und -erprobung dieser neuartigen Prozesskette konzipiert und erfolgreich umgesetzt (V4.1). Weiterhin wurde in einem interdisziplinären SAB-Projekt eine robotergestützte Technologie ent-

wickelt zur Herstellung von Leichtbaugreifern mit integrierter Aktorik auf Basis von Formgedächtnislegierungen. Im Rahmen des SFB/TRR 280 wird die Robotik weiterhin ein Forschungsschwerpunkt bleiben. Ziel ist die Entwicklung einer Technologie zur Realisierung von biologisch inspirierten lastangepassten 3D-Textilbewehrungen. Darüber hinaus werden in industrienahen Projekten textile Bewehrungen mit profilierten Oberflächen entwickelt, sowohl auf Basis der Multiaxial-Kettenwirktechnik als auch der Robotik, mit dem Ziel, den Verbund zwischen der Textilbewehrung und dem Beton zu verbessern (IGF 21153, IGF 21375, ZF4008344KI9). Weiterhin erfolgte die Entwicklung von impaktresistenten Textilbeton-Konstruktionen (IGF 19009), materialeffizienten Amphibienleitein-



Entwicklung impaktresistenter Textilbeton-Konstruktionen / Development of impact-resistant textile concrete constructions



Einbindung von Funktionsfäden beim Wirken (a), PKW-Heckklappe mit textilintegriertem Bremslicht und Tastsensor (b), multifunktionale Bewehrungsstruktur zur Verstärkung und kontinuierlichen Bauwerksüberwachung (c) / Integration of functional yarns during the warp knitting (a), Vehicle tailgate with installed LED brake lights and tactile sensor (b), multifunctional reinforcement structure for continuous building monitoring (c)

Technische Ausstattung

- Biaxial-Nähwirkmaschine (Arbeitsbreite: 1,0 m): Malimo 14022 mit Parallelschuss-eintragssystem
- Multiaxial-Nähwirkmaschinen (Arbeitsbreite: 1,27 m und 2,54 m): Malitronic, Malimo 14024
- 6-Achsen-Industrieroboter Kuka (Reichweite: 0,9 m – 2,7 m): KR6, KR60, KR90 mit Fahrbahn
- Laboranlage zur Herstellung von Carbongarnen mit innovativer tetraederförmiger Profilierung
- In-situ-Beschichtungsanlagentechnik

Ausgewählte Publikationen

Hahn, L.: Entwicklung einer In-situ-Beschichtungs- und Trocknungstechnologie für multiaxiale Gelegestrukturen mit hohem Leistungsvermögen. Dresden, Technische Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Dissertation, 2020

Rittner, S.; Speck, K.; Seidel, A.; Ewertowski, M.; Curbach, M.; Cherif, Ch.: Development of loop-shaped textile anchoring reinforcements based on multiaxial warp knitting technology. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 28(2020)6(144), DOI: 10.5604/01.3001.0014.3800, pp. 64-71

Wendler, J.; Hahn, L.; Farwig, K.; Nocke, A.; Scheerer, S.; Curbach, M.; Cherif, Ch.: Entwicklung eines neuartigen Prüfverfahrens zur Untersuchung der Zugfestigkeit von Fasersträngen für textile Bewehrungsstrukturen. *Bauingenieur* 95(2020)9, S. 325-334

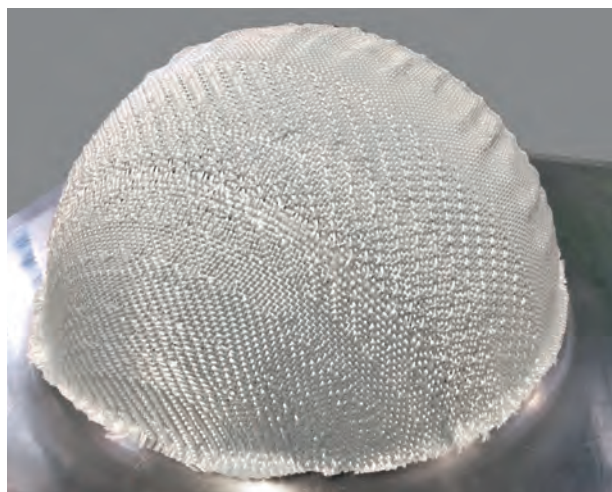
Wiemer, H.; Zierold, K.; Panzer, J.; Ihlenfeldt, S.; Panzer, J.; Curbach, M.; Cherif, Ch.: Datengetriebene Methoden zur Technologieentwicklung und Qualitätssicherung für Produkte aus Carbonbeton. *Bauingenieur* 95(2020)3, S. 105-113

2D- und 3D-Gewebeentwicklung für tragende Verbundkonstruktionen und medizinische Anwendungen

Development of 2D and 3D woven fabrics for load-bearing composites and medical applications

- **Durchgängiges simulationsgestütztes Engineering vom CAD-Entwurf zum fertigen Bauteil /** *Continuous computer aided engineering using simulation tools from CAD design to finished components*
- **Verarbeitung anspruchsvollster Materialien innerhalb des Webprozesses /** *Processing of difficult-to-process materials on weaving machines*
- **Maschinenentwicklung und -konstruktion /** *Machine development and construction*
- **Entwicklung und Fertigung von anforderungsgerechten Geweben sowie hochkomplexen 2D- und 3D-Geweben mit unterschiedlichster Webtechnik /** *Development and manufacturing of customized weaves and complex 2D and 3D woven structures using different types weaving machines*

Das Weben von komplexen und anspruchsvollen Geometrien stellt eine zentrale Forschungskompetenz des ITM dar. Die Schwerpunkte liegen dabei in der technologisch-konstruktiven Weiterentwicklung von Webmaschinen, sodass neue Gewebestrukturen aus unterschiedlichen Hochleistungsfasermaterialien, wie alle Standardgarne, Bändchenmaterialien, Aramid-, Glas-, Carbon-, recycelte Carbon- und Keramikgarne und auch Draht zu komplexen lastangepassten Geweben in Integralbauweisen umsetzbar sind.

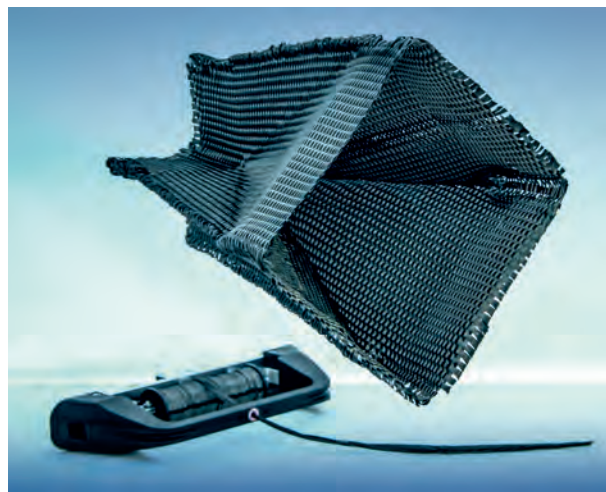


Entwicklung von 3D-Geweben / Development of 3D woven structures

Ein Schwerpunkt liegt in der Entwicklung eines durchgängigen simulationsgestützten Engineerings vom CAD-Entwurf bis zur integral gewebten 2D- und 3D-Preform. Ein besonderes Know-how wurde auf Basis der Software Design Scope 3D-Weave im Bereich der Bindungsentwicklung für räumliche Konstruktionen in komplexer Bauweise erarbeitet. Zu den 3D-Geweben gehören am ITM Mehrlagen-, Falten- und Abstandsgewebe sowie direkt gefertigte sphärisch gekrümmte Gewebe. Mit einem Team

hochqualifizierter Wissenschaftler:innen und Techniker:innen sowie unterschiedlichsten modernsten Webmaschinen und Webmaschinenzubehör können die vielfältigsten Herausforderungen der Gewebeentwicklung erfolgreich bearbeitet und komplexe Net-Shape-Strukturen für zahlreiche technische und medizinische Anwendungen entwickelt werden.

Das ITM verfügt über ein besonderes Know-how in der Fertigung von direkt gewebten sphärisch gekrümmten Geweben auf. Diese Strukturen wer-



den mittels der innovativen am ITM entwickelten Technologie des abzugsfreien Webens gefertigt. Die Jacquard-Webtechnik wird mit einem Schussfadenrückhaltesystem kombiniert, sodass im Webprozess durch unterschiedliche Bindungen über die Gewebebreite die Einarbeitung unterschiedlicher Kettfadenslängen und Fertigung unterschiedlicher Gewebelängen möglich sind. Dadurch können komplexe gekrümmte Strukturen, wie Halbkugeln, ohne nachträgliches Zuschneiden gefertigt werden.



Greiferwebmaschine PTS 4/J (mit entwickeltem Schussfadenrückhaltesystem) (Lindauer DORNIER GmbH) / PTS 4/J rapier weaving machine (with developed weft hold-back system)



Steckschützenwebmaschine MAGEBA SL RTEC 1200/1 / Shuttle weaving machine MAGEBA SL RTEC 1200/1 (MAGEBA International GmbH)

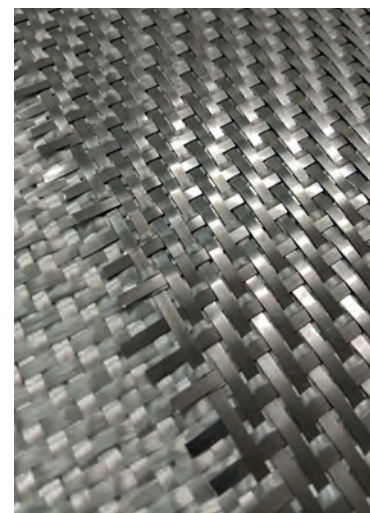
Moderne Jacquard-Spulenschützen-Webtechnik wird für die schädigungsfreie Verarbeitung von Carbonschussgarnen und von hochdichten Carbongarnketten konstruktiv/technologisch weiterentwickelt. Komplexe 3D-Gewebe für Faserverbundbauteile (z. B. Rohrknotenelemente) und medizinische Implantate (z. B. Stentgrafts, Herzklappen; siehe S. 76) werden auf Basis einer CAD-Prozesskette entwickelt und ohne Schneiden und Fügen aus Spezialfaserstoffen auf Jacquard-Webmaschinen integral gefertigt.

Mit der Entwicklung von Drahtabstandsgeweben und Hybridgeweben aus Draht und Hochleistungsfaserstoffen sowie der konstruktiv/technologischen Entwicklung einer modifizierten Webmaschine wurde eine Basis für völlig neue zelluläre Drahtstrukturen und Hybridmaterialien im Metallleichtbau, für Übergangsstrukturen für den Multimaterialeichtbau sowie für impaktresistente Faserverbund- und Betonbauteile erarbeitet.

Auch die Prüfung der Gewebe und Auswertung der geometrischen, textilphysikalischen und verbundtechnischen Kennwerte gehört zum Portfolio des ITM und rundet die Möglichkeiten zur Entwicklung gewebter Technischer Textilien exzellent ab. Die Bestätigung für die überragenden Ergebnisse im Bereich der originären Gewebeentwicklung erhielt das ITM durch die Verleihung der Innovation Awards der Fachmessen JEC Paris und Techtextil sowie des AVK-Innovationspreises und dem Bertha Benz-Preis.



Entwicklung von 3D-Geweben / Development of 3D woven structures



Ausgewählte Publikationen

Schegner, P.; Hoffmann, G.; Cherif, Ch.: Automatisierte großserienfähige Fertigungstechnologie für gewebte komplexe 3D-Knotenstrukturen / Automated large-scale manufacturing technology for complex woven multi-layer 3D node structures. Technische Textilien/Technical Textiles 63(2020)1, S. 28-31 / pp. E38-E41

Sennewald, C.; Bauer, M.-P.; Hoffmann, G.; Cherif, Ch.: Woven glass-fiber-metal-wire hybrid structures as transition structures for multi-material lightweight engineering. Technical Textiles 63(2020)1, pp. E31-E3

Brünler, R.; Schegner, P.; Hoffmann, G.; Aibibu, D.; Cherif, Ch.: Neuartige Webtechnologie zur integralen Fertigung komplexer individueller Implantate / Innovative weaving technology for the integral fabrication of complex customized implants. Technische Textilien/Technical Textiles 63(2020)4-5, S. 156-158 / pp. E166-E168

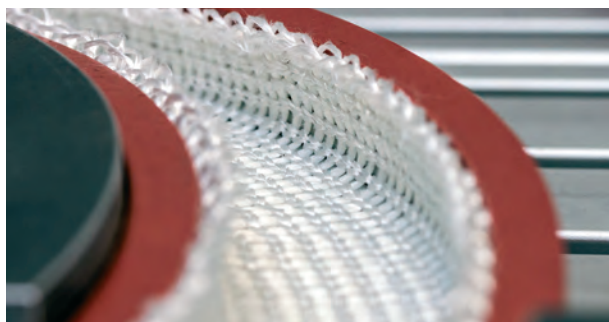
Stricken – verstärkt, endkontur-, umformgerecht und funktionsintegriert

Weft knitting – reinforced, near-net-shaped, true to form and functional designed

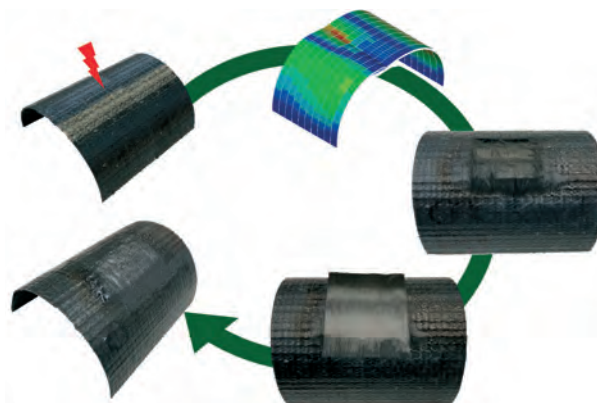
- **Entwicklung und Bewertung neuartiger, flexibler Stricktechnologien** / *Development and assessment of new and flexible weft knitting technologies*
- **Auslegung und Weiterentwicklung von unikaler Flachstrickmaschinentechnik** / *Construction and development of unique weft knitting machine technique*
- **F&E gestrickter, funktionaler Textilhalbzeuge und Produkte für vielfältige technische Anwendungen, insbesondere für den Bereich Faserkunststoffverbund, Medizintextilien und Smart Textiles** / *R&D of functionalized knitted semi-finished products for various technical applications especially for textile reinforced composite, medicine and smart textiles*

Zur Realisierung hochfunktionaler, beanspruchungs- und endkonturgerechter textiler Halbzeuge weist die Flachstricktechnik ein sehr hohes Potenzial auf. Am ITM werden deshalb innovative Ansätze zur Bereitstellung anforderungsgerechter Textilhalbzeuge insbesondere für den Einsatz in Faserkunststoffverbundbauteilen für den Leichtbau verfolgt. Ein Forschungsschwerpunkt ist die belastungsgerechte Integration von Verstärkungsfadensystemen in die Maschenstruktur in Form von Mehrlagengestrickten (MLG) sowie die endkontur-, geometrie- und umformgerechte, stricktechnische Fertigung komplexer Bauteilgeometrien – als 2D- und 3D-Formgestrick.

Ein wesentlicher Forschungsschwerpunkt sind textiltechnologische, maschinelle Weiterentwicklungen der Strickmaschinentechnik zur Umsetzung anforderungsgerechter Gestrickstrukturen für Faserkunststoffverbundbauteile des funktionsintegrierenden Systemleichtbaus. Die Entwicklungen fokussieren dabei auf Bereitstellungen von Technologien zur Realisierung endkontur- und geometriegerecht gestrickter Verstärkungshalbzeuge, die lastpfad- sowie umformgerecht und unter Vermeidung von Materialverschnitt maschinell gefertigt werden. Dadurch lassen sich die Material- und Ressourceneffizienz signifikant steigern und somit perspektivisch einen volkswirtschaftlichen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten. Gegenstand der Entwicklung sind zudem intelligente Gestrickstrukturen mit implementierten sensorischen Funktionen, die bereits bei der strick-



Nutzung von umformgerechten Textilstrukturen und elastischen Umformwerkzeugen zur Herstellung von 3D-Preformen / *Use of true to form textile structures and elastic forming tools for the production of 3D preforms*



Prozesskette zur lokalen Reparatur von CFK-Bauteilen mittels textiler Reparatur-Patches: Auslegung, Freilegung der Schadstelle durch lokale Matrixentfernung, Auffüllung mit Textilpatch und Matrixreinfiltration / *Process chain for the local repair of CFRP components using textile repair patches: design, exposure of the damaged area by local matrix removal, filling with textile patch and matrix re-infiltrating*

technischen Flächenbildung, z. B. von Handschuhen oder Jacken, integriert werden. Damit können Bewegungsabläufe einzelner Finger, der Hand oder des Arms für die Echtzeitinteraktion zwischen Menschen und Maschinen mittels Augmented-Reality (AR) und Virtual-Reality (VR) Anwendungen erfasst werden. Weiterer Forschungs- und Entwicklungsgegenstände sind dabei u. a.:

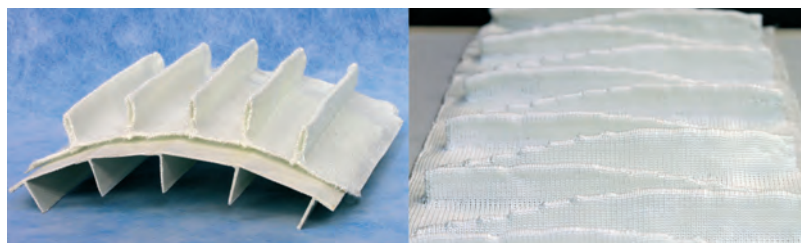
- Entwicklung von komplex geformten Smart Textiles mit integral gefertigten textilen Sensoren und energetischen Versorgungslinien (DFG EXC 2050/1)
- Komplex geformte und in Umfangs- und Längsrichtung verstärkte MLG-Schlauchstrukturen mit variablem Durchmesser (IGF 17926 BR, IGF 20493 BR),
- Integrale, endkontur- und umformgerechte Schale-Rippen- bzw. Schalen-Profil-Halbzeuge (IGF 18806 BR, IGF 19184 BR, IGF 19806 BR, IGF 20793 BR),
- Entwicklung textiler Patches für ein flexibel einsetzbares Reparaturverfahren zur lokalen In-situ-Instandsetzung von CFK-Bauteilen (IGF 19946 BR),



MLG-Patch (li.) zur Reparatur von CFK-Bauteilen (re.) /
MLG patch (l.) for the repair of CFRP components (r.)



In Umfangs- und Längsrichtung verstärkte MLG-Schlauchstrukturen mit variablem Durchmesser und komplexer Geometrie / *Circumferentially and longitudinally reinforced tubular structures with variable diameter and complex geometry*



Integral gestrickte 3D-Schale-Rippen-Strukturen mit komplexen Schale- bzw. Rippen-Geometrien / *Integrally weft-knitted rib-stiffened 3D shell preforms with complex shell and/or stringer geometries*

- Entwicklung einer Technologie zur kontinuierlichen Herstellung mehrfach gekrümmter 3D-Preforms mit unterschiedlichen Querschnitten (IGF 19806 BR),
- Abfallreduzierte ZeroWaste-MLG-Halbzeuge durch materialeffizientes Handling von Kettfäden (IGF 18869 BR),
- Recycling von Carbonfasern und anschließendes Upcycling zur Herstellung von 3D-CFK-Bauteilen (IGF-Cornet 265 EBR),
- Gestrickte, adaptive Kompressionstextilen aus Formgedächtnisgarn (IGF 20322 BR).

Darüber hinaus wurden im abgeschlossenen IGF-Forschungsprojekt 19806 BR eine innovative textile Fertigungs- und Umformtechnologie sowie entsprechende Simulationswerkzeuge zur kontinuierlichen Herstellung mehrfach gekrümmter 3D-Preformen mit unterschiedlichen Querschnitten auf Basis von Mehrlagengestricken erarbeitet. Die im Rahmen des Projektes entwickelten Material- und Prozesssimulationsmodelle bilden die Umformung sowie das Verhalten von Mehrlagengestrickstrukturen während der Umformung in sehr guter Näherung zum realen Vorgang ab und ermöglichen somit eine präzise Prozessauslegung. Zur Überwindung der aus den mehrfachen Krümmungen resultierenden Faserlängendifferenzen wurden computergestützt ermittelte, bauteilbezogene Fadenreserven in die textile Struktur eingebracht. Dazu erfolgte die Entwicklung, Umsetzung und Nutzung einer Kettfadenliefereinrichtung sowie einer Vorgehensweise zur parametrisierbaren Datensatzgenerierung und Steuerung beim Strickprozess. Zur Umformung dieser angepassten Textilstrukturen werden elastische Umformwerkzeuge eingesetzt. Durch den entwickelten, praxistauglichen Gesamtprozess ist infolge der flexiblen, KMU-gerechten Automatisierbarkeit der Fertigungsprozesse sowie infolge der hohen Materialeffizienz eine Reduzierung der Herstellkosten von 50 % erreichbar.

Technische Ausstattung

- Flachstrickmaschinen:
 - Shima Seiki – SWG091
 - Steiger – aries 3D Technology
 - Steiger – aries 3D
 - Steiger – aries.3
 - Stoll – ADF 530-32BW k&w
- Großrundstrickmaschinen:
 - Mayer & Cie IV 2.0

Ausgewählte Publikationen

Wieczorek, F.; Trümper, W.; Cherif, Ch.: Innovative zelluläre 3D-Abstands-gestricke aus metallischen Drähten / *Innovative cellular knitted 3D spacer fabrics made of metal wires*. *Technische Textilien/Technical Textiles* 63(2020)3, S. 109-111 / pp. E123-E125

Bollengier, Q.; Šimić, D.; Tahir, M.; Hickmann, R.; Cherif, Ch.; Klüppel, M.; Wießner, S.: Magneto-adaptive Funktionsbauteile aus faserverstärkten Elastomerverbunden. *GAK-Gummi Fasern Kunststoffe* 73(2020)5, S. 192-199

Bollengier, Q.; Trümper, W.; Cherif, Ch.: Integral gefertigte 3D-Schale-Rippen-Strukturen auf Basis von Mehrlagengestricken / *Integral manufacturing of 3D rib-stiffened preforms based on multi-layer weft-knitted fabrics*. *Technische Textilien/Technical Textiles* 63(2020)3, S. 113-115 / pp. E131-E133

Hellmann, S.; Trümper, W.; Bollengier, Q.; Cherif, Ch.: Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit im Faserverbund dank ZeroWaste MLG-Technologie / *Resource efficiency and sustainability of fiber-reinforced composites based on ZeroWaste MLK technology*. *Technische Textilien/Technical Textiles* 63(2020)1, S. 22-24 / pp. E29-E30

Hoffmann, D.; Trümper, W.; Cherif, Ch.: Schale und Profil in einem FKV-Bauteil – ohne Fügeprozesse durch innovative einteilige Verstärkungsstrukturen / *Combined shell and profile FRP structures – without a joining process*. *Technische Textilien/Technical Textiles* 63(2020)3, S. 118-119 / pp. E134-E135

Hoffmann, D.; Böhnke, P.; Huynh, M.; Kruppke, I.; Gereke, T.; Häntzsche, E.; Cherif, Ch.: Tailored repair procedure for thermoset CFRP components by UV-initialized matrix removal. In: *Proceedings. Sampe Europe (Virtual Conference), Amsterdam (Netherlands), September 30 - October 01, 2020*

Funktionalisierung und Modifizierung textiler Werkstoffe und Strukturen

Functionalization and modification of textile materials and structures

- **Oberflächen-/ Grenzschichtdesign mittels Plasma und Textilveredlung von textilen Strukturen zum Einsatz in unterschiedlichsten Verbundsystemen** / *Surface/interface design using plasma technique and textile finishing of textile structures for use in a wide variety of composite systems*
- **Beschichtung, Ausrüstung und Funktionalisierung: Fasern, Garne, geschlossene und gitterartige Textilstrukturen** / *Coating, finishing and functionalization: Fibers, yarns, closed and grided textile structures*
- **Entwicklung von anwendungsangepassten Schichten und Beschichtungssystemen** / *Development of application adapted sizings and coating systems*
- **Metallisierung von Garnen und Flächengebilden zur Integration von sensorischen und aktorischen Eigenschaften in polymere Schichtsysteme** / *Metallization of yarns and fabrics for integration of sensors and actuators in polymeric coating systems*
- **Chemisch/physikalische Charakterisierung verschiedenster Materialien und Werkstoffe mittels instrumenteller Analysetechnik neuester Generation** / *Chemical/physical characterization of various materials using analytical instruments latest generation*
- **Anwendungsentwicklungen für thermoplastische und duroplastische Composite und textile Membranen** / *Application development for thermoplastic/thermoset composites and textile membranes*

Die Forschungsgruppe „Textilchemie/Textilausrüstung“ (FG TCA) am ITM ist aufgrund ihrer personellen, technischen und analytischen Ausstattung in der Lage, textile Materialien und Werkstoffe mit hoch anspruchsvollen Funktionalitäten zu entwickeln.

Dem dafür verantwortlichen Team aus Chemiker:innen, Chemie- und Textilingenieur:innen sowie tech-

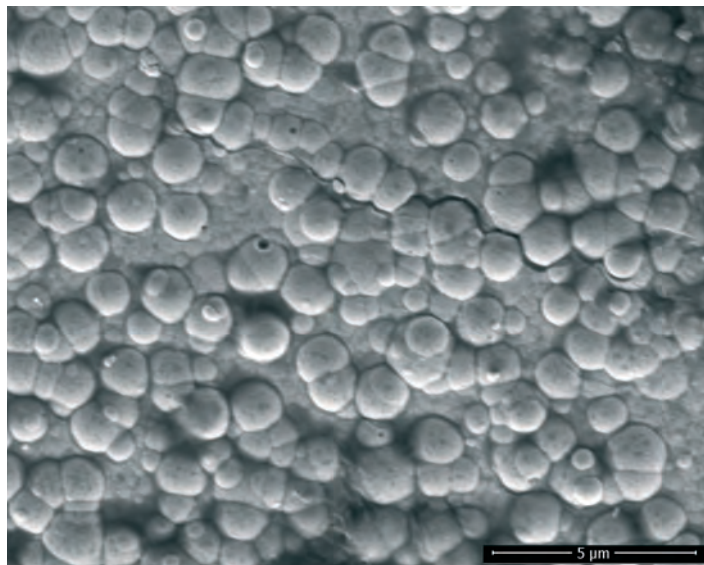
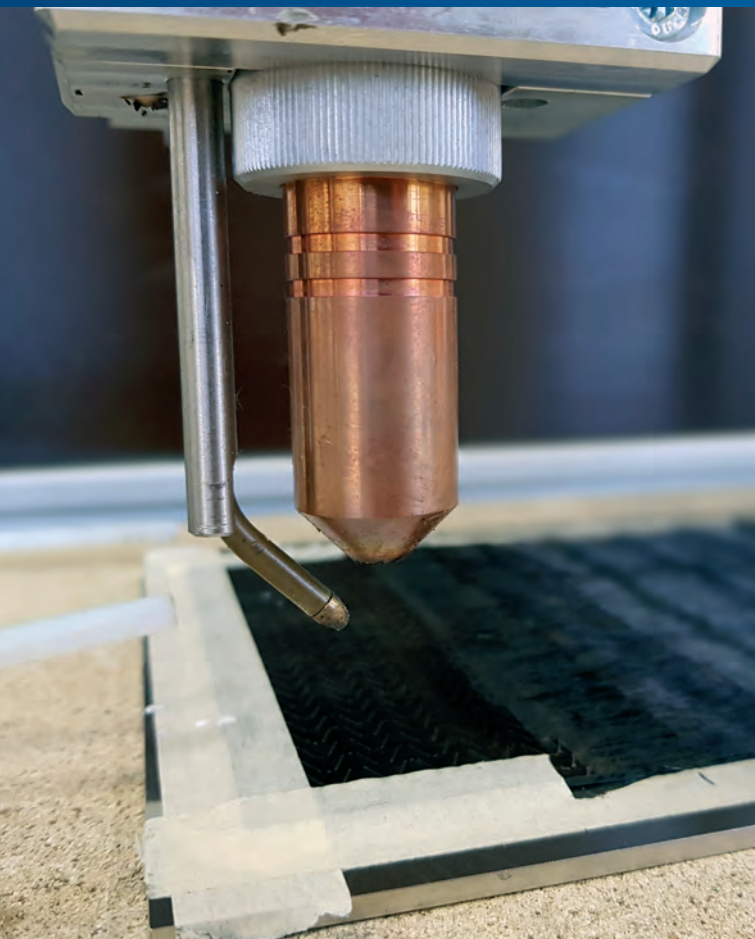
nischen Assistent:innen ist es möglich, unter Einsatz modernster Ausrüstungs-, Beschichtungs- und Behandlungstechnologien neuartige, hochfunktionelle Technische Textilien für unterschiedlichste Anwendungsfelder, wie z. B. Energieerzeugung, textile Architektur, Carbonbeton, Medizintextilien, leitfähige/sensorische Textilien oder textilem Hochttemperaturschutz, zu realisieren.



500 µm



Polypropylen additiviert mit photochromen Farbstoff und thermochrome Polyvinylchloridbeschichtung auf Polyethylenterephthalatgewebe / *Polypropylen additivied with photochromic dye and thermochromic polyvinyl chloride coating on polyethylene terephthalate woven fabric*



Plasmafackel für Oberflächenaktivierung und Beschichtung bei CFK Reparaturen und REM-Aufnahme einer metallisierten Polyimidfolie / *Plasma torch for surface activation and sizing for CFRP repairs and SEM record of metallized polyimide foil*

Zur Bewerkstellung gestellter Herausforderungen werden verschiedene Lösungswege verfolgt, die sich aufgrund der dabei notwendigen experimentellen Vorgehensweise in ein nasschemisches, plasmainduziertes und gasphasenreaktives Grenzschichtdesign differenzieren lassen. Die zentralen Forschungsziele der Forschungsgruppe bestehen in der Überführung von Hochleistungsfasermaterialien aus Carbon, Glas, Basalt, PEEK, Aramid, Chitosan oder UHMW-Polyethylen zu Hochleistungsfaserwerkstoffen für den vielfältigsten Einsatz im Leichtbau, in der Ausstattung von Textilbeschichtungen mit hochfunktionellen Eigenschaften wie z. B. temperaturregulatives Verhalten, Witterungsstabilität, repulsive/attraktive Wechselwirkungen, biologische/biomedizinische Aktivitäten oder sensorisches/aktorisches Arbeitsvermögen sowie in der Entwicklung neuartiger Schlichte- und Beschichtungsmittelsysteme für Hochleistungsfasern mit anwendungsadaptierter Funktionalität. Die Basis aller F&E-Arbeiten der Forschungsgruppe besteht in der Erforschung grundsätzlicher Eigenschafts-Wirkungsbeziehungen zwischen Fasermaterialien, Reaktivsubstanzen, Hilfsmitteln, Reaktionsmedien und Reaktionsparametern. Hierfür steht den Wissenschaftler:innen eine umfangreiche Instrumentelle Analytik zur Verfügung (siehe S. 60 ff.), zu deren Durchführung in der FG TCA sehr kompetentes, erfahrenes Personal bereitsteht. Darüber hinaus bestehen zahlreiche Kooperationen mit institutsinternen und -externen, präparativ und analytisch arbeitenden Wissenschaftler:innen.

Technische Ausstattung

- Multifunktionelle Beschichtungsanlage, Coatema Linecoater, mit integriertem Atmosphärendruckplasma, Arbeitsbreiten von 450 – 1000 mm
- Plasmafackel der Firma Relyon Plasma GmbH
- Coatema Basecoater BC32, Arbeitsbreite bis 300 mm
- Mathis Labor-Foulard
- Mathis Labor-Trocken- und Fixiereinheit mit Spannrahmen
- Q-SUN Xe-2 Xenon-Prüfkammer
- Umfangreiche instrumentelle chemisch/physikalische Analytik

Ausgewählte Publikationen

- Böhnke, P.: Oxidhalbleitergestützte CFK-Reparatur. Vortrag / CU-Thementag „Carbon-Faser-Vielfalt für die Praxis“, Dresden, 29. September 2020
- Kuznik, I.: Chitosan fiber manufacturing using ionic liquids. In: Proceedings. Young Scientist Forum of the German Society for Biomaterials (DGBM) – Online Session, 22. Oktober 2020

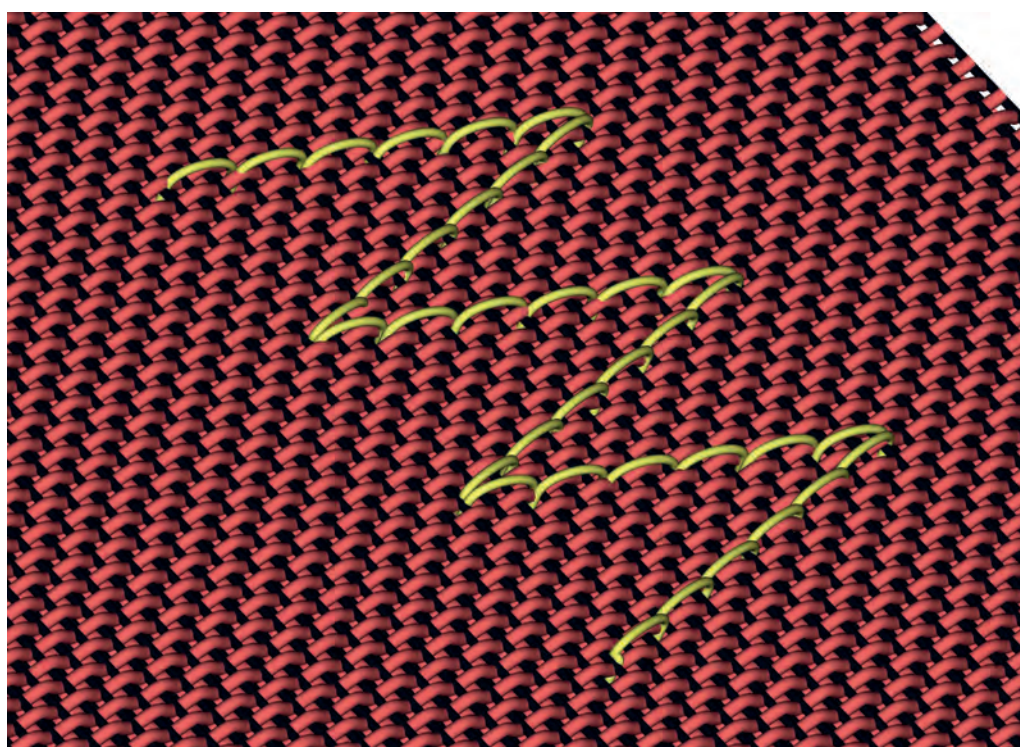
Textile Montage von Technischen Textilien

Textile assembly of technical textiles

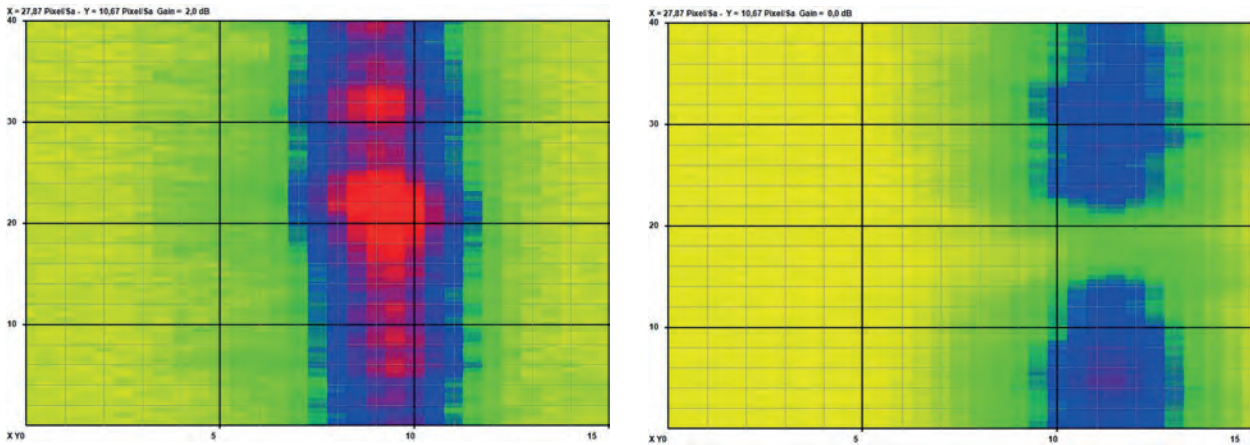
- **Thermische Fügeverfahren für thermoplastische Textilien und thermoplastisch beschichtete Textilien /** *Assembly of thermoplastic textiles and thermoplastic coated textiles based on thermal joining technologies*
- **Ultraschallschweißen, Heißluftschweißen – Anwendung und Prozessuntersuchungen /** *Ultrasonic welding, hot air welding – application and process analysis*
- **Hochfrequenzschweißen – Anwendung und Prozessuntersuchungen /** *High frequency welding – application and process analysis*
- **Allgemeine Anwendung thermischer Fügeverfahren zur textilen Montage /** *Application of thermal processes for textile assembly*
- **Entwicklung mechanisch hochbelastbarer Fügeverbindungen auf Basis der Nähtechnologien /** *Development of mechanical high-loaded joining seams based on sewing technologies*
- **Produktentwicklung über die Breite Technischer Textilien, kooperativ mit der Forschungskompetenz CAE, hier mit dem Schwerpunkt der anforderungsgerechten Montage und Nahtausbildung und der Gewährleistung der erforderlichen Gebrauchseigenschaften /** *Product development of technical textiles – with a focus on seam properties and performance properties*
- **Kombination additive Fertigung mit textilen Materialien /** *Combination of additive manufacturing and textile materials*

Das Nähen ist ein klassisches Fügeverfahren für Technische Textilien, z. B. zur Herstellung textiler Preforms. Das mechanische Verhalten des textilen Materials im Nahtbereich hat Einfluss auf die finalen Eigenschaften der Fügeverbindung. Um zukünftig die Performance genähter Fügeverbindungen während der Entwicklungsphase voraussagen zu können, werden derzeit bereits bestehende Algorithmen und Softwareumgebungen für die Modellierung textiler Flächenstrukturen (Gewirke, Gestricke und Gewebe)

mit Algorithmen für die Durchführung des virtuellen Nähprozesses erweitert. Die generierten virtuellen Strukturen mit Nahtverbindungen können z. B. zur numerischen Simulation mechanischer Beanspruchungen oder strömungstechnischer Problemstellungen in geeigneten Schnittstellenformaten exportiert werden. Somit wurden die ersten Schritte zur Optimierung der Nahtfestigkeit, der Biegesteifigkeit von Nähten oder des Nahtschiebeverhaltens erfolgreich realisiert.



Virtuelles Modell für eine Zick-Zack Naht zum Fügen von zwei Gewebelagen / *Model of a virtual stitch through 2 woven layers*



Ultraschallschweißnaht: Ultraschall-Scan ohne (links) und mit Fehlstelle (rechts) / Ultrasonic welded seam: Ultrasonic scan without (left) and with (right) imperfection; © IKTS/ITM

Für die Qualitätssicherung und -kontrolle von Textilschweißnähten in sicherheitsrelevanten Einsatzbereichen besteht der Wunsch, neben den Prozessparametern auch die Integrität der Naht zu protokollieren, um daraus Kenntnisse über die Nahteigenschaften abzuleiten und eine höhere Sicherheit auf dem die Firmenexistenz beeinflussenden Gebiet der Produkthaftung zu erreichen. Für Textilschweißnähte fehlen bislang praxiswirksame zerstörungsfreie Prüfverfahren. Gegenstand des IGF-Projektes 20555 BR ist ein Inline-Verfahrenskonzept für die kontinuierliche Ultraschallprüfung, das die Inspektion und Bewertung geschweißter Fügeverbindungen in Echtzeit ermöglicht. Im Fokus steht dabei das universelle, zum kontinuierlichen Fügen von Technischen Textilien eingesetzte Ultraschallschweißen. Ein Lösungsansatz für die Inspektion der Nähte ist die Verwendung von luftgekoppeltem Ultraschall im Transmissionsverfahren, da damit eine relativ kostengünstige Inline-Lösung in der konfektionstechnischen KMU-Praxis realisierbar ist.

Das Konsortium des EU-Projektes ICT-TEX (Information and Communication Technology in Textile and

Clothing Higher Education and Business) besteht aus 12 europäischen Universitäten und Unternehmen. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Lehrplans einschließlich **Lehrveranstaltungskonzepten** für das Direktstudium und die Weiterbildung, das den aktuellen Anforderungen an die in der Textil- und Bekleidungsindustrie tätigen Fachkräfte gerecht wird. Das Projekt reagiert auf den enormen Bedarf an Ingenieurinnen und Ingenieuren, deren Arbeitsalltag zukünftig von sich ständig weiter entwickelten CAD-, CAM-, CAE- und PLM-Systemen dominiert ist und entsprechend ein höheres Maß an ICT-Kenntnissen erfordert. Die Module des Lehrplans werden von Universitätsprofessorinnen und -professoren unter aktiver Beteiligung der Partnerunternehmen und einem Fortbildungszentrum entwickelt. Die neuen Kurse sind interaktiv gestaltet und eignen sich für das Fern- oder Selbststudium. Diese Art des Studierens ist auch für bereits arbeitende Ingenieurinnen und Ingenieure von Vorteil. Die Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten ist verantwortlich für die Entwicklung des Pilotsyllabus für „Apparel Design and Production“.

Technische Ausstattung

- Umfangreiche und vielseitige Ausstattung an kommerzieller Nähtechnik, insbesondere für Technische Textilien
- Roboter- und CNC-geführte Nähtechnik, insbesondere für die Montage von Verstärkungstextilen
- Ultraschall- und Heißluftschweißtechnik für kontinuierliche Nahtbildung
- Hochfrequenzschweißtechnik für Technische Textilien
- 3D-Drucker
- Textile Softness Analyzer zur Bestimmung der Rauheit und Weichheit von Textiloberflächen

Ausgewählte Publikationen

- Hussen, M. S.; Pietsch, K.; Kyosev, Y.; Rothe, S.: Effect of ultrasonic welding process parameters on peel strength of flexible laminated textile structure. Vortrag / 13th Joint International Conference Clotech 2020, Online Event, September 07-11, 2020
- Sepehr, A.; Herzog, T.; Pietsch, K.; Kyosev, Y.; Rothe, S.: Investigation of the possibilities for application of ultrasonic analysis for inline inspection of welded seams. Vortrag / 13th Joint International Conference Clotech 2020, Online Event, September 07-11, 2020
- Dölker, E.-M.; Mubin, A. B.; Supriyanto, E.; Haase, E.; Krzywinski, S.; Haueisen, J.: Sensation thresholds in electrocutaneous stimulation. Current Directions in Biomedical Engineering 6(2020)3, DOI: 10.1515/cdbme-2020-3096, pp. 372-375
- Kyosev, Y.; Capek, L.: Numerical simulation of joining ropes by sewing stitches. innoTRAC Journal 1(2020), DOI: 10.14464/innotrac.v1i0.459, pp. 19-25

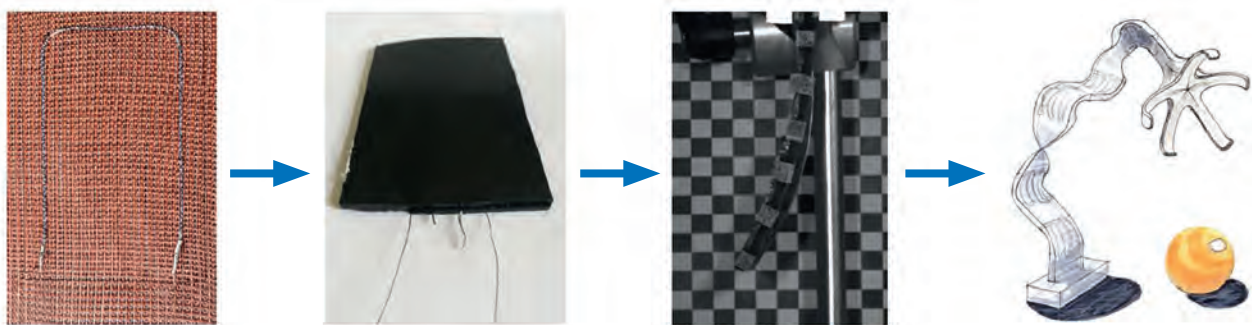
Intelligente Textilstrukturen für Elastomerbauteile

Smart textile reinforcement of rubber components

- **Anforderungsgerechte Einstellung mechanischer und thermischer Eigenschaften hochbelasteter Elastomerbauteile durch Integration maßgeschneiderter textiler Verstärkungsstrukturen aus Hochleistungsfaserstoffen** / *Customized adjustment of mechanical and thermal strength for heavy-duty rubber components by integration of textile structures made of high performance fiber materials*
- **Simulationsgestützte Auslegung, Umsetzung und Erprobung adaptiver Faser-Elastomerverbunde zur Umsetzung von komplexen Bewegungsmechanismen** / *Simulation-based design, fabrication and testing of adaptive fiber rubber composites for the realization of complex motion sequences*
- **Grenzschichtdesign auf Basis anforderungsgerechter Beschichtung der textilen Strukturen für eine bestmögliche Anbindung an die Elastormatrix** / *Boundary layer design by customized coating of textile structures in order to achieve proper adhesion towards the rubber matrix*
- **Definierte Einstellung der Wärmeleitfähigkeit von Elastomerbauteilen durch Integration wärmeleitender textiler 3D-Strukturen aus Draht bzw. Kohlenstoff** / *Adjustment of the thermal conductivity of rubber components by integration of thermal conductive 3D textile structures made from metal wires or carbon*
- **Erprobung der Elastomerbauteile unter praxisnahen Anwendungsbedingungen** / *Testing of the rubber components under practice-oriented conditions*

Textilverstärkte Elastomerbauteile kommen verstärkt im Maschinen-, Anlagen- und Fahrzeugbau zur Anwendung. Reine Elastomerbauteile haben jedoch meist Gebrauchseinschränkungen, z. B. aufgrund der niedrigen Wärmeleitfähigkeit in Verbindung mit einer starken Eigenerwärmung oder aufgrund von Versprödungen bei mechanischer Wechsel-/Dauerbelastung. Entscheidend für die Bauteilauslegung ist daher eine optimale Einstellung der Materialei-

bei der Flächenbildung in die textile Verstärkungsstruktur können z. B. zusätzliche externe aktorisch-motorische Komponenten zur Erzeugung von Bewegungsabläufen durch Verformung sowie Sensoren zur Erfassung des Bauteildeformationszustands eingespart werden. Dazu werden gezielt textilbasierte Aktor- und Sensornetzwerke in die Verbunde integriert. Weiterhin ist es möglich, Elastomere durch Integration von Magnetpartikeln zu funktionalisie-



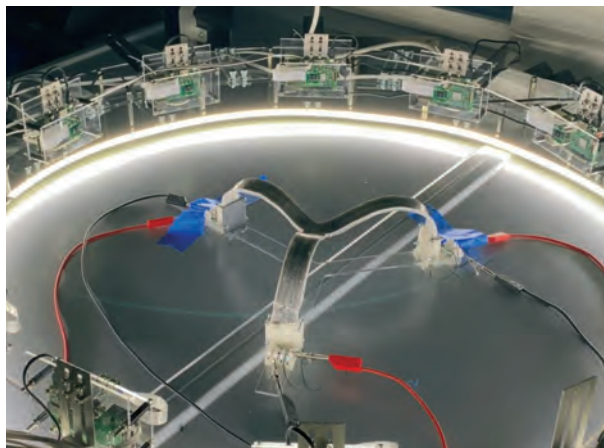
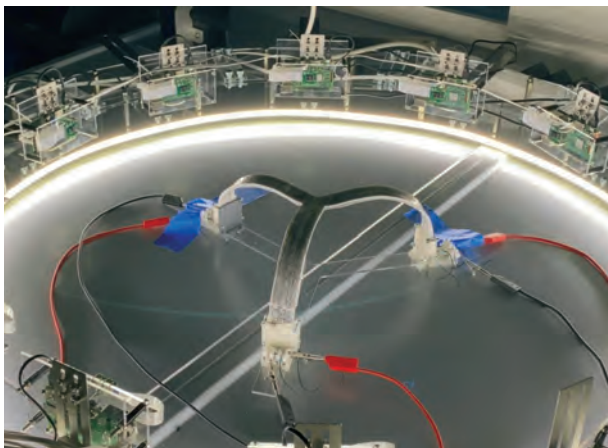
Vom funktionalisierten Textil zum adaptiven Elastomerverbund / *From functionalized textile to adaptive elastomer composites*

enschaften von Elastomeren, die über eine hohe Dehnbarkeit und ein gutes Dämpfungsvermögen verfügen sowie deren Kombination mit lastaufnehmenden textilen Festigkeits- und Steifigkeitsträgern z. B. aus Polyester, PPS oder Aramid, um anforderungsgerechte Elastomerverbundbauteile herstellen zu können.

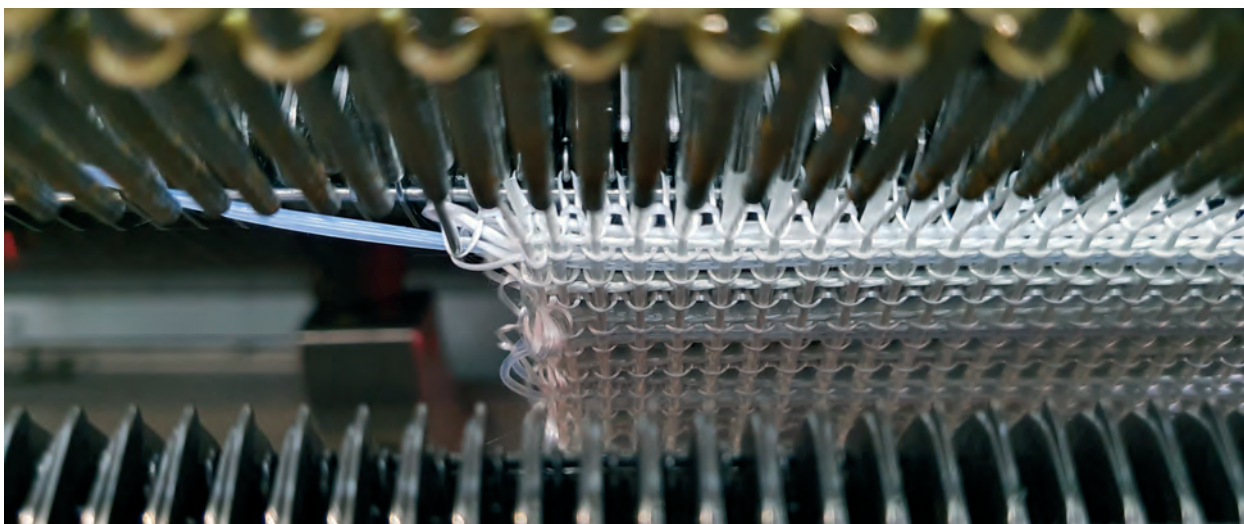
Wesentlicher Forschungsschwerpunkt im Bereich der Textil-Elastomer-Verbunde ist die Funktionalisierung von Elastomerbauteilen durch Integration interaktiver textiler Verstärkungsstrukturen, z. B. auf Basis von textilen Aktoren oder Sensoren. Durch die gezielte Integration von Zusatzfunktionen bereits

ren und somit die Materialsteifigkeit elektromagnetisch zu modulieren. Diese Einstellbarkeit ist insbesondere bei Einsatz derartiger Elastomerbauteile als Schwingungsdämpfer von hoher praktischer Relevanz.

Weitere Forschungsaktivitäten in enger Zusammenarbeit mit der Industrie verfolgen das Ziel, durch die Integration von lastgerechten, anforderungsgerecht oberflächenmodifizierten Hochleistungsfaserstoffen in Elastomerbauteile deren Lebensdauer und Leistungsfähigkeit signifikant zu verbessern. Über eine gezielte Einstellung der Parameter bei der Oberflächenmodifizierung der Faserstoffe sowie durch den



Faser-Elastomer-Verbund mit integrierter textilbasierter Aktorik zur Umsetzung von komplexen Bewegungsmechanismen / Fiber rubber composite with integrated textile based actuators for realization of complex motion sequences



Stricktechnische Integration eines textilbasierten Aktors in eine textile Verstärkungsstruktur / Knitted integration of a textilebased actuator in a textile reinforcement structure

Einsatz innovativer Verfahren, wie der Plasmaaktivierung oder der Oxifluorierung, können Verfahrensschritte der konventionellen Gesamtprozesskette eingespart und damit ökologische sowie ökonomische Vorteile erreicht werden.

Zusätzlich wurde gezeigt, dass die Betriebstemperaturen von Elastomerbauteilen unter mechanischer Wechselbelastung durch die Integration wärmeleitfähiger textiler Strukturen deutlich gesenkt und damit die Bauteillebensdauer erheblich erhöht werden kann. In laufenden Untersuchungen werden dafür anforderungsgerechte Abstandsgestricke aus Metalldraht umgesetzt, die durch ihren speziellen Aufbau eine Wärmeleitfähigkeit in Dickenrichtung generieren und somit die Wärmeableitung aus Elastomerbauteilen maßgeblich verbessern. Diese 3D-Gestricke weisen zudem eine hohe Druckstabilität auf, sodass sie ohne Reduzierung der mechanischen oder thermischen Eigenschaften bei dem durch hohe Drücke geprägten Vulkanisationsprozess in die Elastomermatrix integriert werden können.

Parallel zu den genannten Entwicklungen im Bereich der faserverstärkten Elastomere erfolgen auch

umfassende Charakterisierungen der Materialien in den verschiedenen Verarbeitungsstufen, um neben der Identifizierung der jeweils erreichbaren Eigenschaftsmodifikationen auch eine valide Datenbasis zur umfassenden simulationsgestützten Beschreibung des Deformationsverhaltens derartiger Strukturen zu schaffen.

Ausgewählte Publikationen

Bollengier, Q.; Šimić, D.; Tahir, M.; Hickmann, R.; Cherif, Ch.; Klüppel, M.; Wießner, S.: Magneto-adaptive Funktionsbauteile aus faserverstärkten Elastomerverbunden. *GAK-Gummi Fasern Kunststoffe* 73(2020)5, S. 192-199

Lohse, F.; Wende, C.; Klass, K. D.; Hickmann, R.; Häntzsche, E.; Bollengier, Q.; Ashir, M.; Pöschel, R.; Bolk, N.; Trümper, W.; Cherif, Ch.: Bio-inspired semi-flexible joint based on fibre-reinforced composites with shape memory alloys. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures* 32(2021)4, DOI: 10.3389/X20959460, pp. 462-472

Probst, H.; Katzer, K.; Nocke, A.; Hickmann, R.; Zimmermann, M.; Cherif, Ch.: Melt spinning of highly stretchable, electrically conductive filament yarns. *Polymers* 13(2021)4, 590, DOI: 10.3390/polym13040590 (online)

Entwicklung fadenförmiger Sensor- und Aktorsysteme

Development of fiber-based sensor and actuator systems

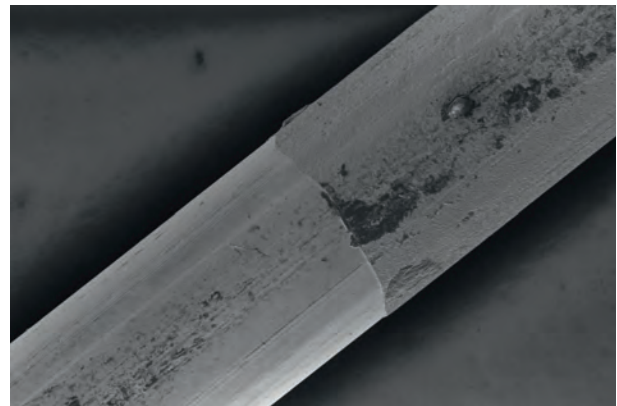
- **Entwicklung fadenförmiger textil- und verbundwerkstoffkompatibler Sensoren und Aktoren** / *Tailored fiber-based textile- and composite compatible sensors and actuators*
- **Elektromechanische Modellierung fadenförmiger Sensorsysteme** / *Electro-mechanical modeling of fiber-based sensor systems*
- **Einstellung des Übertragungsverhaltens von Sensorgarnen durch Materialmodifikation oder textile Weiterverarbeitung** / *Adjustment of the sensor yarns' properties by material modification or textile processing*

Das breite Anwendungsspektrum textilbasierter Materialien, wie endlosfaserverstärkter Kunststoffverbunde (FKV), Textilmembranen, Textilbeton oder Medizin- und Schutztextilien, lässt sich durch die Integration von aktiven textilen Funktionskomponenten in einem großen Umfang weiter steigern. Die Kombination von passiver lastabtragender textiler Struktur mit (elektrisch) aktiven Funktionselementen, wie Sensoren, Aktoren und weiteren elektronischen Komponenten, ist aktueller Gegenstand grundlegender und anwendungsorientierter Forschungsaktivitäten am ITM. Aufgrund der für viele Anwendungen erforderlichen Kriterien, wie:

- Strukturflexibilität und Skalierbarkeit sowie
- geringe Fertigungskosten infolge vollautomatischer Herstellbarkeit der fadenförmigen Funktionselemente und der funktionalisierten textilen 2D- und 3D-Strukturen,

stellen textilbasierte fadenförmige Sensoren und Aktoren für eine Vielzahl großtechnisch relevanter Einsatzgebiete hochinnovative Alternativen zu konventionellen elektronischen Bauelementen mit vergleichbarer Funktionalität dar.

Auf dem Gebiet der Entwicklung fadenförmiger textilkompatibler Sensoren und Aktoren bestehen am ITM umfangreiche Kompetenzen in den Bereichen

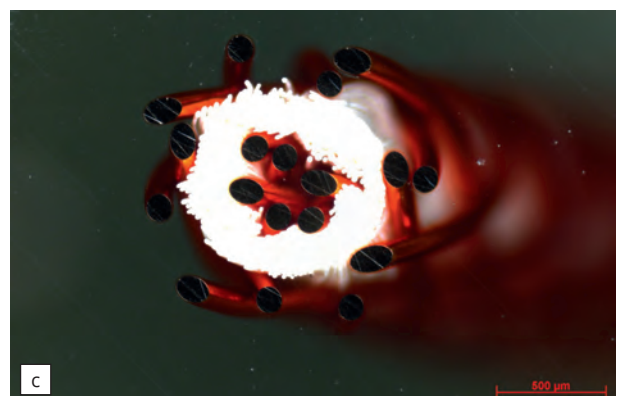


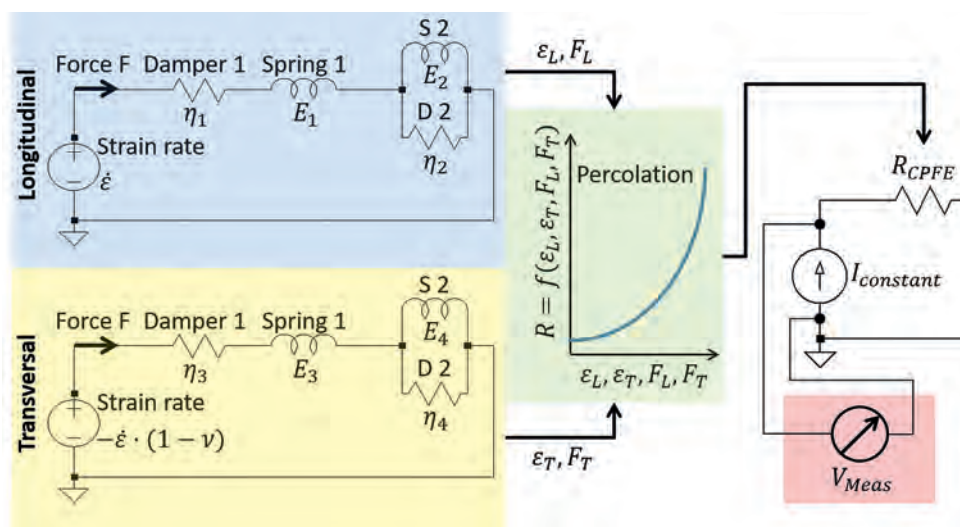
REM-Aufnahme eines galvanisch beschichteten Silber-Silberchlorid-Drahtes zur Verwendung als Referenzelektrode für amperometrische Messungen des Lactatwerts / *SEM image of an electroplated silver-silver chloride wire for use as a reference electrode for amperometric measurements of lactate value*

theoretisch physikalischer Modellierung und Konzeptionierung, textiltechnologischer Umsetzung sowie Charakterisierung der funktionalen teils mehrschichtigen Filamentgarne. Hierbei werden mittels angepasster Fertigungsverfahren, wie der Bikomponentenschmelzspinn-, Flecht- oder der nasschemischen sowie galvanischen Beschichtungstechnik, sowohl die anforderungsspezifische Wandlercharakteristik als auch die Haftungseigenschaften als Grenz-



Piezoelektrische Sensorgarne: (a) TriKomponenten (TriKo)-Koaxial-Garn; (b) mit helixförmiger Elektrodenstruktur; (c) Schliffkörperbild des TriKo-Garns mit Kupferfilamenten als Innen- und Außenelektrode sowie schmelzgesponnene PA6-PZT-Multifilamente als Piezoelektrikum / *Piezoelectric sensor yarns: (a) tricomponent (trico) coaxial yarn; (b) with helical electrode structure; (c) microscopic view of trico yarn with copper filaments as inner and outer electrodes and melt-spun PA6-PZT multifilaments as piezoelectricum*



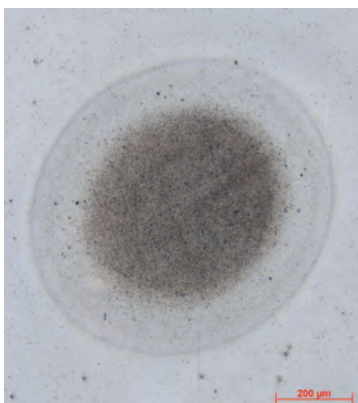
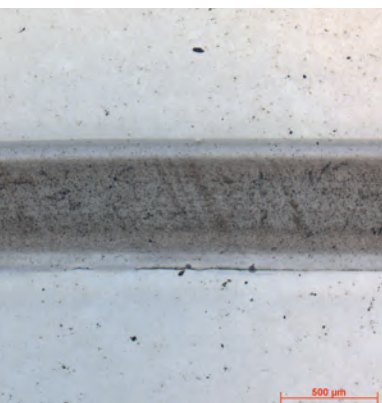


Elektromechanisches Ersatzmodell zur Simulation des Sensorverhaltens von kohlenstoffpartikelgefüllten, hochdehnbaren Polymergarnen / Electromechanical circuit model for the simulation of carbon particle-filled, highly stretchable polymer yarns and their sensor response

schicht zum umgebenen (Matrix-)Material, definiert eingestellt. Mit den am ITM entwickelten textilen Sensoren können hierbei sowohl spezifische physikalische Parameter wie Dehnung, Temperatur oder Feuchte für Anwendungen im Bereich der Strukturüberwachung als auch komplexere physiologische Parameter wie pH-Wert oder Lactatgehalt für bspw. sportmedizinische Anwendungsgebiete detektiert werden. Die anwendungsspezifisch entwickelten textilen Aktoren sind in der Lage, sowohl hohe Kräfte zu übertragen (FGL-basierte oder hochverdrehete entropieelastische Aktoren) als auch kurze Reaktionszeiten zu ermöglichen (Dielektrische Elastomeraktoren).



Aufnahme eines hochverdrehen, verzwirnten und gewickelten thermisch aktivierbaren Monofilaments und ein umflochtener Formgedächtnisdraht mit Polyamid-Kupfer-Mantel zur Temperaturüberwachung während der Aktivierung / Highly twisted, plied and wound thermally active monofilament and a shape memory wire with a braided sheath of polyamide and copper for temperature control during activation



Mikroskopische Aufnahmen des Längs- und Querschnitts eines elastischen, elektrisch leitfähigen TPU-Filaments mit 5 % CNT im Faserkern / Longitudinal and cross sectional microscopic view of an elastic, electrically conductive TPU fiber filled with 5 % CNT

Technische Ausstattung

- Diverse Spinn-, Beschichtungs-, Flecht- und Zwirnmaschinentechnik
- Präzisionsmesstechnik zur Aufzeichnung von resistiven, piezoelektrischen, amperometrischen, kapazitiven und impedimetrischen Messwerten

Ausgewählte Publikationen

Probst, H.; Pfeil, S.; Nocke, A.; Hickmann, R.; Gerlach, G.; Cherif, Ch.: Entwicklung und Charakterisierung faserförmiger Sensoren zur Dehnungsmessung. Vortrag / Werkstoffprüfung 2020, Online, 03-04. Dezember 2020

Mersch, J.; Winger, H.; Nocke, A.; Cherif, Ch.; Gerlach, G.: Experimental investigation and modelling of the dynamic resistance response of carbon particle filled polymers. *Macromolecular Materials and Engineering* 305(2020)10, DOI: 10.1002/mame.202000361 (online)

Mersch, J.; Koenigsdorff, M.; Nocke, A.; Cherif, Ch.; Gerlach, G.: Manufacturing of a helical, self-coiling dielectric polymer actuator. In: *Proceedings. 1st International Electronic Conference on Actuator Technology: Materials, Devices and Applications*, Online, November 23-27, 2020, DOI: 10.3390/leCAT2020-08527, 38

Wendler, J.; Hahn, L.; Farwig, K.; Nocke, A.; Scheerer, S.; Curbach, M.; Cherif, Ch.: Entwicklung eines neuartigen Prüfverfahrens zur Untersuchung der Zugfestigkeit von Fasersträngen für textile Bewehrungsstrukturen. *Bauingenieur* 95(2020)9, S. 325-334

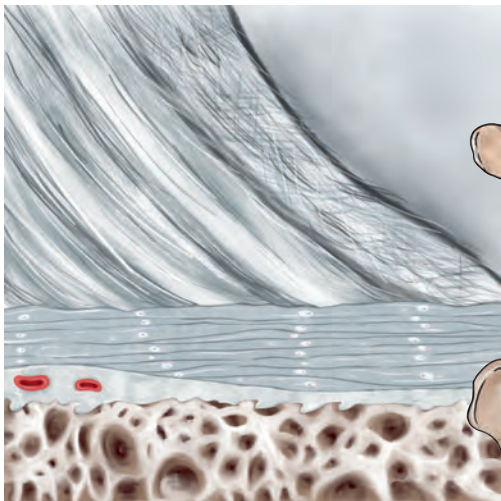
Faserbasierte Biomedizintechnik

Fiber-based biomedical technology

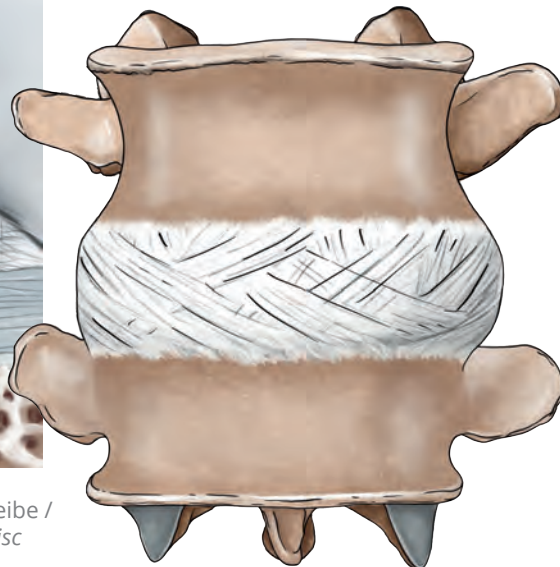
- **Erforschung und Entwicklung neuer Biomaterialien und Medizintextilien** / *Research and development of new biomaterials and medical textiles*
- **Material- und Produktentwicklung (Faden, Struktur, Scaffold, Implantat)** / *Development of materials and products (yarn, structure, scaffold, implant)*
- **Maschinenentwicklung (Modifikation vorhandener Maschinen, Konstruktion neuer Maschinen sowie Konzipierung neuer Produktionslinien)** / *Machine development (modification of existing machines, construction of new machines and conceptualization of new production lines)*
- **Entwicklung von Bioreaktoren, neuen Prüfgeräten und Prüfmethoden** / *Development of bioreactors, new testing instruments and test methods*
- **Zellbiologische Analyse** / *Cell biological analysis*

Mit Kooperationspartnern aus einer Vielzahl von Kliniken und Unternehmen forscht das ITM entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Biomaterial bis zur (prä-)klinischen Erprobung faserbasierter Implantate. Das ITM verfügt im Bereich der textilenbasierten Biomedizintechnik über langjährige Erfahrungen und Kompetenzen in der grundlagenorientierten und anwendungsnahe Forschung. Mit den breitgefächerten Anlagentechniken und Prüflaboren steht insbesondere der Transfer von der Forschung in marktreife Produkte im Fokus der Entwicklungsarbeiten.

metischen Nachbildung der Bandscheibe soll daher in einem IGF-Projekt (IGF 21371 BR) das komplexe Fasersystem mithilfe von Fertigungskonzepten auf Basis der Flechttechnik, der Webtechnik und der Sticktechnik nachgebildet und hierbei mehrlagige Textilstrukturen mit angepasster Faserausrichtung in den Einzellagen realisiert werden. Diese bionisch inspirierten Textilstrukturen sollen eine vollständige segmentale Beweglichkeit und darüber hinaus eine bimodulare Dämpfung zwischen den Einzelsegmenten ermöglichen.

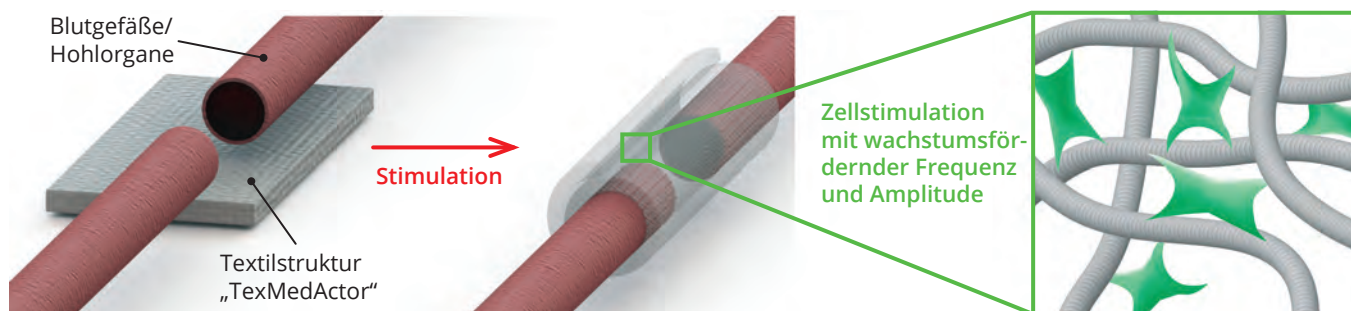


Mehrschichtiges Fasersystem der Bandscheibe /
Multilayer fiber system of the intervertebral disc



Ein Forschungsschwerpunkt ist die Entwicklung von **Bandscheibenersatz mit voller Bewegungserhaltung**. Bisherige Behandlungsmethoden führen zur Versteifung von Wirbelsäulensegmenten und Vollprothesen können die natürliche Bewegungsfreiheit der Bandscheibe nicht nachbilden. Zur biomi-

Im aktuellen Fokus der Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen liegen weiterhin **neuartige formveränderliche Textilstrukturen**. Hierzu werden Garne auf Grundlage von Formgedächtnis-Polymeren und elektroaktiven Polymeren entwickelt. Diese sollen sich bei externer Stimulation



Formveränderliche Textilstruktur „TexMedActor“ / Shape-changing textile structure “TexMedActor”

so verformen, dass die daraus aufgebauten Textilstrukturen einerseits großskalige Bewegungen zur gezielten Defektanpassung in situ und andererseits Mikrobewegungen ausführen und damit eine aktive Stimulation des Zellwachstums ermöglichen. Solche Textilstrukturen ermöglichen die Umsetzung völlig neuartiger Implantate und Scaffolds sowie die Konzipierung von dynamischen Zellkultursystemen und Bioreaktoren mit biomimetischen aktorischen Eigenschaften (IGF 21022 BR).

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit **Medizinprodukte in Reinraumbedingungen (Klasse 7 gemäß ISO 14644-1 bzw. Klasse B gemäß EG-GMP operationell)** zu entwickeln und produzieren.

Technische Ausstattung

- Diverse Textilmaschinen, wie z. B. Spulenschützen-Bandwebmaschine mit Schaft- und Jacquardmaschine (Mageba), Flechtmaschinen (Herzog), RR-Raschelmaschine (Rius)
- Fiber-based Additive Manufacturing (FAM)-Anlage (Eigenentwicklung)
- 3D-Drucker Objet30 Prime für Medizinprodukte (Stratasys)
- Kolben-Lösungsspinnanlage für den Einsatz in Reinraum (Fourné)
- Laborkrempel Felt Carder 337 (Mesdan)
- Diverse Flockkabinen (MaagFlock)
- Elektrosplein-Einheiten zur Fertigung von flächigen und tubulären Mikro- und Nanostrukturen
- Scara-Roboter (Stäubli TS-60)
- Porosimeter PSM 165 (Topas)
- In-situ-Porositätsmessung (Eigenentwicklung)
- Inverses Fluoreszenzmikroskop AxioVert.A1 (Zeiss)
- Zellbiologie
- Reinraum Klasse ISO 7 (ISO 14644-1) bzw. B (EG-GMP operationell)

Ausgewählte Publikationen

Tonndorf, R.; Aibibu, D.; Cherif, Ch.: Thermoresponsive shape memory fibers for compression garments. *Polymers* 12(2020)12, 2989, DOI:10.3390/polym12122989 (online)

Tonndorf, R.; Aibibu, D.; Cherif, Ch.: Collagen multifilament spinning. *Materials Science & Engineering: C* 106(2020)110105, DOI: 10.1016/j.msec.2019.110105 (online)

Wöltje, M.; Brünler, R.; Böbel, M.; Ernst, S.; Neuss, S.; Aibibu, D.; Cherif, Ch.: Functionalization of silk fibers by PDGF and bioceramics for bone tissue regeneration. *Coatings* 10(2020)1, DOI: 10.3390/coatings10010008 (online)

Brünler, R.; Schegner, P.; Hoffmann, G.; Aibibu, D.; Cherif, Ch.: Neuartige Webtechnologie zur integralen Fertigung komplexer individueller Implantate / Innovative weaving technology for the integral fabrication of complex customized implants. *Technische Textilien/Technical Textiles* 63(2020)4-5, S. 156-158 / pp. E166-E168

Benecke, L.; Chen, Z.; Zeidler-Rentzsch, I.; Pötzsch, H. F.; Aibibu, D.; Bornitz, M.; Neudert, M.; Cherif, Ch.: Simulation-based development of electrospun membranes for myringoplasty. Vortrag / 11th World Biomaterials Congress 2020, Online, December 11-15, 2020

Wöltje, M.: Growth factor functionalized silk for fiber-based scaffolds in regenerative medicine. Vortrag / 11th World Biomaterials Congress 2020, Online, December 11-15, 2020

Wöltje, M.: New fast and reliable process for isolation of regenerated silk fibroin. Vortrag / 11th World Biomaterials Congress 2020, Online, December 11-15, 2020

Brünler, R.: Entwicklung einer additiven Fertigungstechnologie für faserbasierte Zellträgerstrukturen in der Regeneration komplexer Gewebedefekte. Dresden, Technische Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Dissertation, 2020

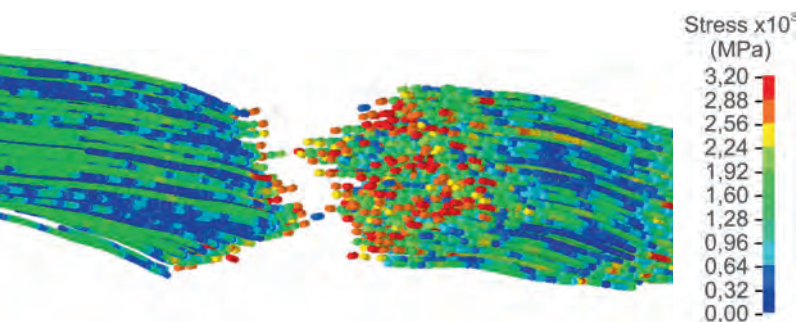
Simulationsgestützte Entwicklung textiler Strukturen und Prozessketten für Hochleistungswerkstoffe

Simulation-based development of textile structures and process chains for high-performance materials

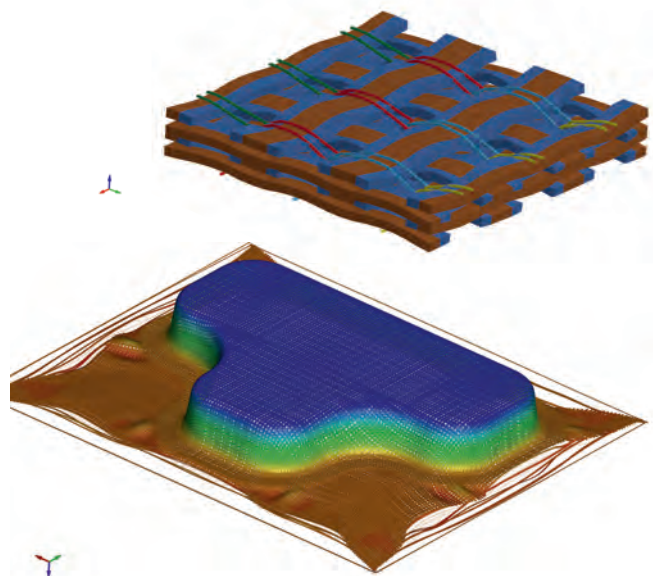
- **Strukturmodellierung von Garnen und Textilien auf Mikro-, Meso- und Makroskala für Anwendungen u. a. in Medizintextilien, Faserverbundstrukturen, Betonbewehrungen oder Textilmembranen /** *Structural modelling of fabrics on the micro-, meso- and macro-scale for applications in medical textiles, fibre-reinforced composite structures, concrete reinforcements or textile membranes*
- **Prozesssimulation textiler Fertigungsprozesse und Umformvorgänge /** *Process simulation of textile manufacturing processes and forming operations*
- **Struktursimulation Technischer Textilien zur virtuellen Bestimmung der strukturmechanischen Eigenschaften und Auslegung der textilen Werkstoffe /** *Structural simulation of technical textiles for virtual determination of the structural-mechanical properties and design of textile materials*
- **Aufbereitung der Ausgangsinformation für weitere Strukturanalyse des Verbundbauteils /** *Preparation of the input information for further structural analysis of the composite component*

Das ITM ist in den Bereichen numerische Modellierung und Simulation von textilen Strukturen und textilen Fertigungsprozessen besonders ausgewiesen. In einer Vielzahl von Projekten werden Modelle auf verschiedenen Skalen vom Garn, über das textile Halbzeug bis zum Composite erfolgreich entwickelt, validiert und angewendet.

Im IGF-Projekt „Entwicklung von hochdrapierbaren Thermoplastfaserverbunden aus recycelten Carbonstapelfasern mit hohem Leistungsvermögen für komplex geformte Composites (rCF-TFS)“ werden recycelte Carbonfasern in Hybridstreckenbändern verarbeitet und aus diesen Composites hergestellt. Dabei werden geometrische Einflüsse wie z. B. Orientierung, Länge und Welligkeit der Stapelfasern auf die Verbundfestigkeit und -steifigkeit simulativ untersucht. Die Simulation der Verbundgeometrie wird auf der Mikroskala mit Balkenelementen unter Verwendung stochastischer Verteilungsfunktionen durchgeführt und mithilfe von Verbundzugversuchen validiert. Mit dem validierten Modell werden Wirkzusammenhänge zwischen der Faserstruktur und den Verbundeigenschaften simulativ ermittelt und diese für die Produktion der Hybridstreckenbänder bereitgestellt.



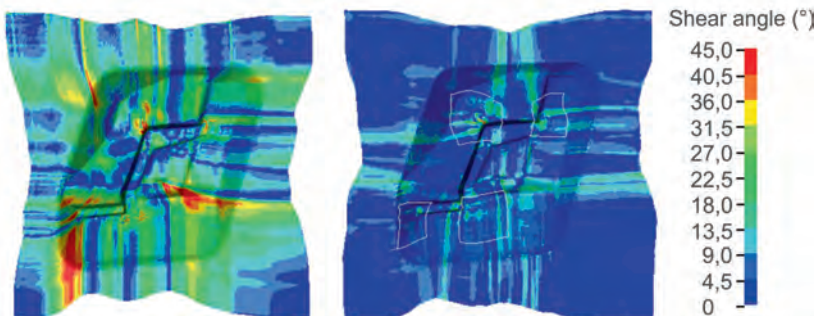
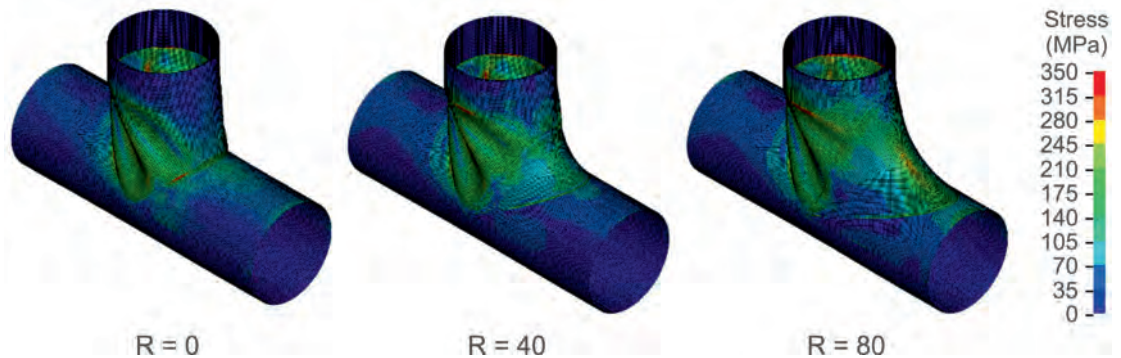
Einheitszelle der Stapelfasergarns (Simulationsergebnisse) / Unit cell of staple fiber yarn (simulation results)



Mesoskalen-Modell eines 4-lagigen Mehrlagengestrics: Einheitszelle (oben) und Umformsimulation (unten) / Meso-scale model of a weft-knitted fabric with 4 layers of reinforcing yarns: unit cell (top) and the forming simulation (bottom)

Im sächsischen Cluster AMARETO kooperieren Institute der TU Chemnitz, der TU Bergakademie Freiberg, der TU Dresden und das Fraunhofer-IWU in Chemnitz miteinander. Im Dresdener Projektteil werden hybride Leichtbaustrukturen bestehend aus Leichtmetallen und textilverstärkten Thermoplasten entwickelt. Der textile Teil der Prozesskette wird dabei durch das ITM übernommen. Es werden Mehrlagengestricke aus Carbonrovings und Polyamid 6.6 gefertigt, charakterisiert und in numerischen Modellen abgebildet. Neben einem auf Schalelementen basierenden und damit effektiven makroskopischen Modell werden auch mesoskopische Modelle basierend auf Balken- bzw. Schalelementen entwickelt. Damit ist der Nutzer in der

Makroskalen-Modell eines gewebten Knotenelementes ohne Verrundung (links) und mit lastgerechten Verrundungsradien (Mitte/rechts) / Macro-scale model of a woven node element without rounding (left-hand side) and with load-adapted radius (middle, right)



Eine beispielhafte Drapiersimulation eines komplexen Automobilbauteils: Scherwinkelverteilung eines umgeformten Köpergewebes (links) und eines Gradientengewebes mit Körper- und Atlasbindung (rechts) / An example drape simulation of a complex automotive component: shear angle distribution of a formed twill weave (left) and a tailored weave with twill and satin weave (right)

Lage, neben Faltenbildung und Faserorientierung auch Effekte auf der Garnebene beim Umformen des Textils vorherzusagen. Es können Fadenverschiebungen, Fadenorientierung und auch Fadenbrüche abgebildet werden. Die in einer Umformsimulation ermittelte Fadenorientierung wird zur weiteren Strukturanalyse der Faserverbundwerkstoffe bzw. hybrider Faserverbund-Metall-Strukturen durch ein neuartiges Mappingverfahren einem makroskopischen Strukturmodell bereitgestellt.

lativ analysiert. Mithilfe eines numerischen Drapiermodells wird die Faltenbildung, die Faserorientierung sowie stark gescherte Zonen vorausgesagt. In diesen Teilbereichen werden Gewebefaltungen mit einem definierten Scherwiderstand platziert. Im Ergebnis wird die Faserorientierung in der Preform kontrolliert, um bionisch inspirierte lastangepasste Strukturen zu erreichen. Diese positiven Ergebnisse sind ein wichtiger Anhaltspunkt für die Serienfertigung im Automobil-, Maschinen- und Flugzeugbau.

Im IGF-Projekt „Konstruktive-technologische Entwicklung von lastgerechten, gewebten 3D-Textilstrukturen (Lastgerechte Knotenelementhalbzeuge)“ werden gewebte Knotenelemente hinsichtlich der lastgerechten Strukturausbildung verändert. Verrundungsradien an Bereichen hoher Kerbspannungen werden in die Knotengeometrie integriert. Über die Erstellung eines makroskopischen Modells der gewebten Struktur werden verschiedene Lastfälle des konsolidierten lastgerechten Knotenelements untersucht und der Einfluss unterschiedlicher Verrundungsradien auf die mechanischen Eigenschaften ermittelt. In das Modell werden die Bereiche unterschiedlicher Mehrlagengewebe (1-Lagig bis 4-Lagig) berücksichtigt und über zuvor validierte Materialmodelle in das Makromodell integriert.

Im IGF-Projekt „Entwicklung von Fertigungstechnologien und Berechnungsmodellen für lastangepasste drapierte Preformen aus maßgeschneiderten Gradientengeweben (Tailored Weave)“ wird das Verformungsverhalten kombinierter Gewebefaltungen und integrierter Diagonalfäden praktisch und simu-

Technische Ausstattung

Die Forschungsgruppe „Struktur- und Prozesssimulation“ des ITM verfügt über moderne Workstations sowie Modellierungs- und Simulationssoftware (u. a. Abaqus, Ansys, LS-Dyna, SolidWorks, Catia).

Ausgewählte Publikationen

Pham, M. Q.; Wendt, E.; Häntzsche, E.; Gereke, T.; Cherif, Ch.: Numerical modeling of the mechanical behavior of textile structures on the meso-scale for forming process simulations of composite 3D preforms. *Engineering Reports* (2020), DOI: 10.1002/eng2.12348 (online)

Zerbst, D.; Liebold, C.; Gereke, T.; Haupe, A.; Clauß, S.; Cherif, Ch.: Modeling inhomogeneity of veneer laminates with a finite element mapping method based on arbitrary grayscale images. *Materials* 13(2020)13, 2993, DOI: 10.3390/ma13132993 (online)

Pham, M. Q.; Weise, D.; Gereke, T.; Hoffmann, G.; Cherif, Ch.: FEM simulation of profiled grid structures for high performance concrete reinforcement. In: *Proceedings. 14th World Congress in Computational Mechanics (WCCM) ECCOMAS Congress 2020, Online, January 11–15, 2021*, p. 2779

Virtuelle Produktentwicklung für biegeeweiche Materialien – CAE vom Design zum Produkt

Virtual product development for low stiff materials – CAE from design to product

- **CAE-Prozessketten zur virtuellen 3D-Produktentwicklung und Fertigung (u. a. Automobilinterieur, Preforming für FKV, Bekleidungs-, Sport-/Schutz- und Medizintextilien, Verpackungen)** / *CAE process chains for virtual 3D product development and production (including automotive interiors, preforming for FRP, clothing, sports / protective and medical textiles, packaging)*
- **Optische 3D-Geometrie- und Texturerfassung für anatomische und technische Objekte, Flächenrückführung aus Scan-Daten, Objektmodellierung** / *Optical 3D geometry and texture capture for anatomical and technical objects, surface reconstruction from scan data, object modeling*
- **Avatar-Generierung, parametrische und kinematische Menschmodellierung** / *Avatar generation, parametric and kinematic human modeling*
- **Entwicklung von 3D-Konstruktionsmethoden für Bodywear und körperferne Bekleidung** / *Development of 3D design methods for bodywear and loose fitting garments*
- **Materialprüfung, -modellierung und Simulation** / *Material testing, modeling and simulation*
- **Kombinatorischer Einsatz biegeeweicher und biegesteifer Strukturen mittels additiver Fertigung** / *Combinatorial use of soft and rigid structures by means of additive manufacturing*
- **Digitale Haptik** / *Digital haptics*

Gebrauchsfähige innovative/modische Endprodukte aus textilen Flächen entstehen durch vielfältige Füge- und Formgebungsprozesse. Dazu werden neben Näh-, Schweiß- und Klebtechnologien auch Verfahren zur thermischen Formgebung eingesetzt. Thermische Formgebungsprozesse nehmen in der Bekleidungsfertigung ca. 18 – 20 % der gesamten Herstellungszeit ein und sind außerdem ein wichtiger vorbereitender Schritt für den Versand in einer globalisierten Fertigungskette. Zur thermischen Formgebung der Oberbekleidung werden verschiedenartige Pressen mit Formwerkzeugen verwendet. Die Herstellung der Formwerkzeuge ist derzeit mit einem extrem hohen manuellen Aufwand (Trial und Error-Verfahren) verbunden. Entwicklungszeit und -kosten zur Ableitung der Geometriedaten aus der größenabhängigen Produktform sind außerdem stark abhängig vom handwerklichen Know-how des Personals und dem Expertenwissen. Im Rahmen des IGF-Vorhabens 20770 BR/1 werden deshalb parametrische 3D-Körper- und Produktdaten zur digitalen Entwicklung von Formwerkzeugen zur endkonturnahen thermischen Umformung teilkonfektionierter Flächen genutzt und digitale Prozessketten erarbeitet (Abb. 1).

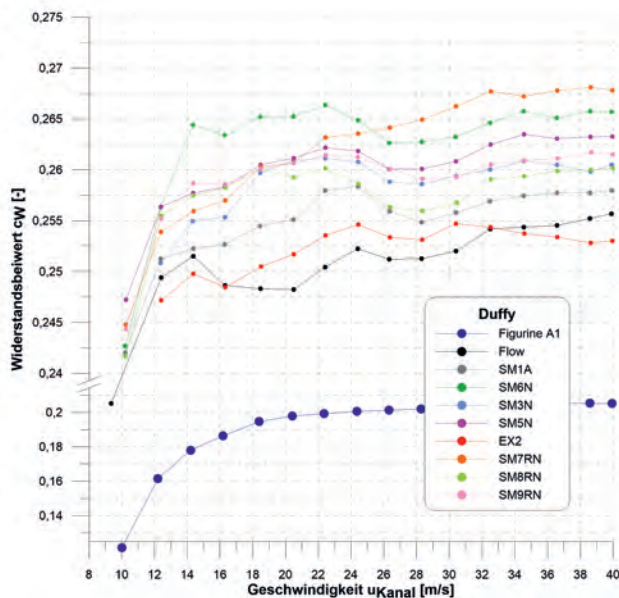
Im Vertikalwindtunnel (ZIM ZF4008314CJ7) fliegt der Mensch bereits durch die Kraft der vertikal erzeugten Luftströmung ohne die für den Fallschirmsport notwendige komplexe Ausrüstung und Ausbildung. Dadurch entsteht eine zunehmende Massentauglichkeit dieser rasant wachsenden Sportart. Die Luftgeschwindigkeiten in modernen Vertikalwindtunnelanlagen werden je nach Körpergewicht und Können des Fliegenden individuell angepasst. Im Rahmen eines ZIM-Projektes wird ein spezielles Outfit entwickelt, welches die funktionellen Ansprüche der Frei-



Abb. 1: Digitale Prozesskette zur Ableitung der Bügelwerkzeuge / *Digital process chain for deriving the ironing tools*

zeit- und Profisportler:innen beim Bodyflying erfüllt. Bei der Konzeption der Sportanzüge werden durch die textiltechnische Auslegung der Funktionsmaterialien und deren Positionierung am 3D-Avatar in nutzungstypischer Haltung die konstruktive Gestaltung der Anzüge und die Leistungsfähigkeit der Nutzer unterstützt bzw. erhöht. Das Flugverhalten der Anzüge wurde bei variierenden Flugpositionen und Materialien im Vertikalwindtunnel durch erfahrene Testpiloten erprobt (Abb. 2).

Bei Speed-Sportarten spielt die Aerodynamik der Funktionskleidung eine große Rolle. Um hierfür wettbewerbsfähige textile Halbzeuge und Produkte zu entwickeln, ist ein erhebliches wissenschaftliches Know-how entlang der textilen Kette und auf dem Gebiet der Aerodynamik erforderlich (ZIM ZF4008336CJ9). Zur aerodynamischen Funktionalisierung von Kleidung für Speed-Sportarten, u. a. Radrennkleidung, werden Kettengewirke biomime-



Auswertung der Untersuchungen im Windkanal des ILR, Anzüge mit Funktionsmaterialien in der Position „Duffy“

Abb. 2: Strömungstechnische Messungen an einem Anzug mit unterschiedlichen Materialvarianten / *Fluidic measurements on a suit with different material variants*

tisch inspiriert konstruiert, gefertigt und veredelt, sodass Oberflächen mit definiertem strömungstechnischem Verhalten entstehen. Diese Kettengewirke werden simulationsgestützt unter Berücksichtigung des sportarttypischen Bewegungsablaufes am Körper positioniert (Abb. 3). Die experimentelle Überprüfung der Widerstandsreduzierung erfolgt mittels Testpuppen und Probanden im Windkanal. Die erlangten wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Beeinflussung des strömungstechnischen Verhaltens durch textile Strukturen/Produkte sind auch auf andere Sportarten anwendbar.

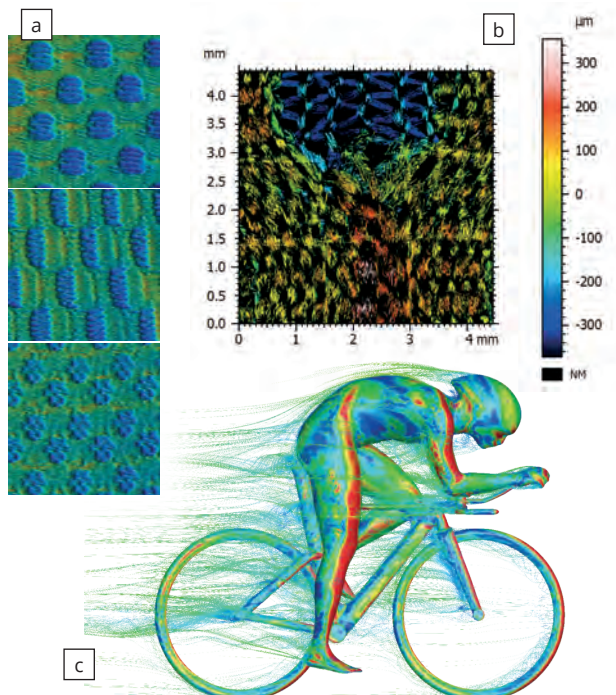
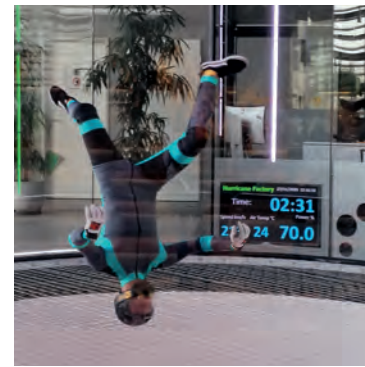


Abb. 3: (a) Profilierte Kettengewirke, (b) Scan des Strukturdetails, (c) Strömungssimulation / *(a) Profiled warp knitted fabric, (b) Scan of the structure detail, (c) Flow simulation variants*



Test im horizontalen Windkanal des ILR



Test im vertikalen Windkanal Hurricane Factory Berlin

Technische Ausstattung

Das CAE-Labor verfügt über vielfältigste Software zur Produktentwicklung von Bekleidung und Technischen Textilien.

- Entwurf, Colorierung, Design: Tex-Design (einschließlich Tex-Knit, Tex-Check, Tex-Dress, Tex-Line)
- 2D-Schnittkonstruktion, Gradierung und Schnittbildlegen, Passformsimulation 3D: Modaris, Diamino, Pgsmodel, Marka, Grafis, Vidya, Optitex, Clo3D
- 3D-Entwurf und Konstruktion, Zuschnitt-entwicklung: Catia, Solidworks, Design Concept 3D, FiberSim, CPD, Exact Flat
- Simulation: Matlab, ANSYS, CFD, Maya, 3DS MAX
- Flächenrückführung: Geomagic Studio/ Qualify, ICEM Surf
- Scannen Hard-/Software: 4D-Scanner Move 4D (IBV), Artec MHT und Artec Leo, Artec Studio, Vialux zSnapper

Ausgewählte Publikationen

Krzywinski, S.: Digital process chain - from the product idea to production (keynote lecture). In: Proceedings. Digital Fashion Innovation (DFI) e-Symposium, Online, September 28-30, 2020

Ahrendt, D.; Romero Karam, A.: Development of a computer-aided engineering-supported process for the manufacturing of customized orthopaedic devices by three-dimensional printing onto textile surfaces. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* 15(2020), DOI: 10.1177/1558925020917627 (online)

Ahrendt, D., Krzywinski, S.; Karam, A. R.; Papp, E.: Entwicklung eines CAE-gestützten Prozesses zur Kombination von additiver Fertigung mit Textilien für kundenindividuelle orthopädische Hilfsmittel. In: https://www.ot-world.com/images/nfm/biv/Abstract_ger_2437.pdf. OTWORLD, Leipzig, 27.-29. Oktober 2020

Awais, M.; Krzywinski, S.; Wölfling, B.-M.; Classen, E.: Thermal simulation of close-fitting sportswear. *Energies* 13(2020)10, DOI: 10.3390/en13102419

Awais, M.; Krzywinski, S.; Wendt, E.: A novel modeling and simulation approach for the prediction of human thermophysiological comfort. *Textile Research Journal* 91(2021)5-6, DOI: 10.1177/0040517520955227, pp. 691-705

Barth, S.; Krzywinski, S.; Wendt, E.: Haltungsprobleme geradebiegen - Entwicklung und seriennahe Herstellung von personenindividuellen Soft-Orthesen. *Kettenwirkpraxis* 54(2020)2, S. 20-21

Herrmann, H.; Karam, A. R.; Kyosev, Y.: Parametric design and FEM simulation of hybrid auxetic materials for functional clothing. Vortrag / 13th Joint International Conference Clotech 2020, Online Event, September 07-11, 2020

Kyosev, Y.: Algorithmic issues during the mesh processing of 3D scan data of technical products and humans. Vortrag / Webinar: Design and Simulation in Technical Textiles / Tunisian-German Technical Textile Events, Online, December 08, 2020

Sensorische und aktorische Funktionalisierung Technischer Textilien

Sensory and actuator functionalization of technical textiles

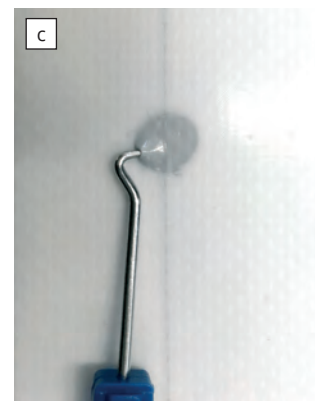
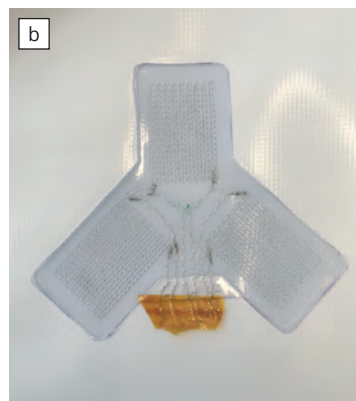
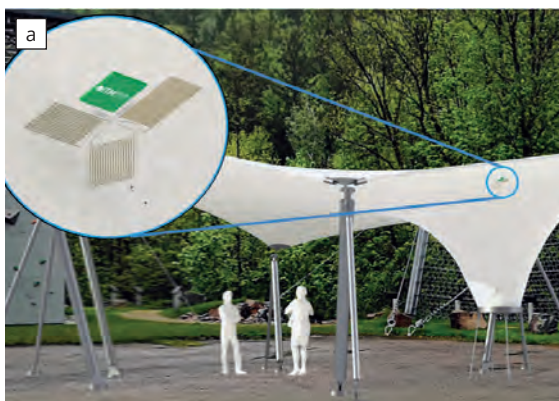
- **Anforderungsgerechte Layout-Gestaltung von Sensor- und Aktorsystemen** / *Tailored design of sensor and actuator systems*
- **Automatisierte textiltechnologische und robotergestützte Funktionsintegration** / *Automated textile technical and roboter-assisted functional integration*
- **Sensorische Überwachung und aktorische Beeinflussung textilbasierter Strukturen (FKV, Textilmembranen, Textilbeton, Medizintextilien)** / *Sensory monitoring and actuatoric manipulation of textile-based structures (FRP, textile membranes, TRC, medical textiles)*

Sensorisch und/oder aktorisch funktionalisierte Garne sind häufig der erste Schritt in Richtung entsprechend ausgerüsteter textiler Flächen- oder 3D-Strukturen. Die Entwicklung, Auslegung und Umsetzung derartiger Strukturen ist ein weiterer Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeit am ITM. Zur Integration bzw. Applikation textiler elektrischer/elektronischer Strukturen in bzw. auf textile Flächen werden am ITM durch gezielte maschinenbauliche, steuerungs- und textiltechnische Anpassungen der Fertigungsprozesse maßgeschneiderte Technologien entwickelt und bereitgestellt. Als Beispiele seien hier nur die robotergestützte Faserablagetechnologie zur Herstellung hochkomplexer FKV-Bauteilstrukturen durch die 3D-Ablage von getränkten Verstärkungsfasern und drahtförmigen Aktoren auf Basis von Formgedächtnislegierungen (FGL) oder die TFP-Technologie genannt. Diese ermöglicht die geometrisch nahezu unbegrenzte, definierte Ablage und Fixierung eines unerreicht breiten Spektrums garnförmiger Funktionskomponenten auf textilen Strukturen.

Aufgrund des hervorragenden Eigenschaftsprofils textil- und faserverbundbasierter Funktionskomponenten lässt sich für viele Anwendungsgebiete, ein erheblicher Mehrwert bei geringen Mehrkosten und minimaler Beeinflussung der Trägerstruktur generieren:

- Strukturüberwachung von Verbundbauteilen (FKV, Textilmembranen und Textilbeton),
- Überwachung physiologisch relevanter Parameter für biomedizinische Anwendungen (wie Sportmedizin),
- Integrale Spezialkinematiken mittels adaptiver formvariabler FKV mit textiltechnologisch strukturintegrierten Formgedächtnis (FGL)-Materialien (für Anwendungen im Robotik- und Automotive-Bereich sowie im Anlagenbau und in der Medizintechnik) und
- Realisierung hochfrequenter Bewegungen für Soft Robotics durch den Einsatz elastischer textiler Aktoren

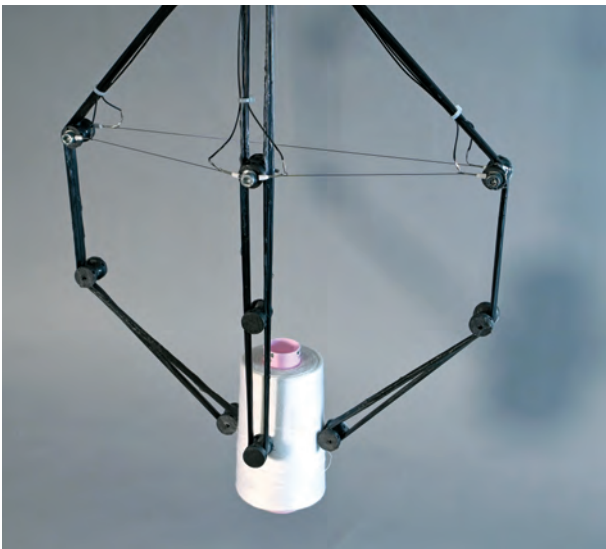
Wie auf dem Gebiet der Entwicklung fadenförmiger textilkompatibler Sensoren und Aktoren bestehen am ITM umfangreiche Kompetenzen in den Bereichen theoretisch-physikalische Modellierung und Konzeptionierung, textiltechnologische Umsetzung und Charakterisierung der funktionalisierten, häufig mehrlagigen textilen Flächen. Hierbei werden mittels angepasster Fertigungsverfahren, sowohl die anforderungsspezifische Wandlercharakteristik als auch die Nutzungseigenschaften, wie Luftdurchlässigkeit, Steifigkeit etc. definiert eingestellt.



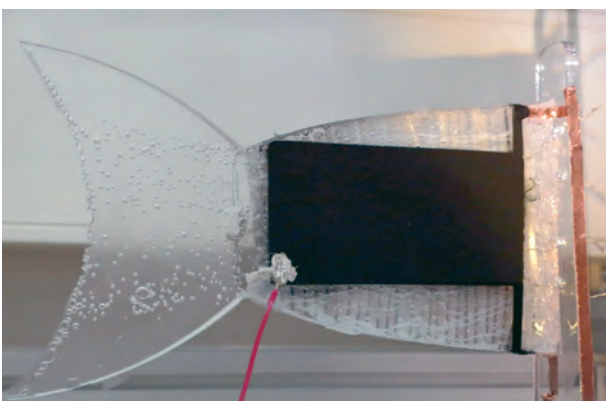
Sensor zum lokalen Monitoring von Spannungen bei hohen Dehnungsgradienten und anisotropen Materialeigenschaften (Textile Membranen) (a), geschweißter Sensorpatch (b), eingewebter Sensor (c) / *Sensor for local monitoring of stresses at high strain gradients and anisotropic material properties (textile membranes) (a), welded sensor patch (b), integrated woven sensor (c)*

Das ITM forscht als Teil des Exzellenzclusters „CeTI – Centre for Tactile Internet with Humans in the loop“ der DFG ebenfalls an voll- und teiltextilen Lösungen zur effizienten Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen Menschen und Maschinen. Da Textilien häufig die Schnittstelle zwischen Menschen und ihrer Umgebung bilden, ist deren sensorisch und aktorisch Ausrüstung zum Aufbau derartiger intuitiv nutz- und immersiv erfahrbare Interfaces fast zwingend logisch. Die am ITM über die breite textiltechnische Expertise hinaus bestehenden Kompetenzen auf den Gebieten der Elektro- und Messtechnik werden dabei durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Expertinnen und Experten aus Bereichen der Wissenschaft und Technik (z. B. Ingenieurwissenschaften, Medizin, Psychologie, Geisteswissenschaften etc.) erweitert und ergänzt. Als anschauliches Beispiel dieser fachübergreifenden Zusammenarbeit werden etwa Handschuhe mit integrierten textilen und konventionellen Sensoren entwickelt. Diese ermöglichen das Tracking von Handbewegungen, um

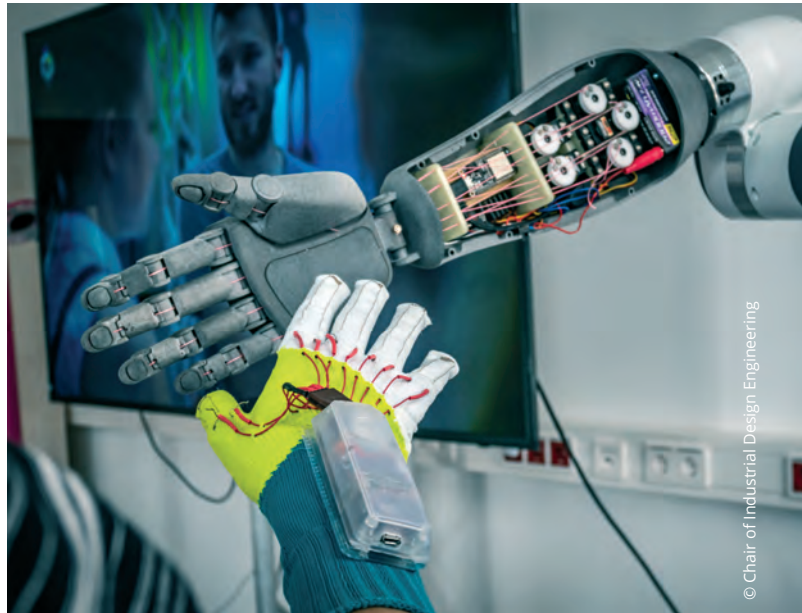
menschliche Bewegungsmuster für technische System nutzbar zu machen (z. B. intuitive Robotersteuerung) oder Träger:innen über einen Abgleich mit optimalen Bewegungsabläufen und einer Rückkopplung mittels multimodaler Feedbacksysteme, Hilfestellungen beim Erlernen neuer Fähigkeiten zu geben.



Robotergerüstet hergestellter adaptiver 3D FKV-Greifer /
Robot-assisted manufactured adaptive 3D FRP-gripper



Biomimetischer Fischflossendemonstrator aus faserverstärktem Elastomer mit dielektrischem Elastomer Aktor /
Biomimetic fish fin demonstrator made of fiber-reinforced elastomer with dielectric elastomer actuator



© Chair of Industrial Design Engineering

Handschuh mit integral gefertigten, textilen Sensoren zum Tracking von Fingerbewegungen; Demonstrator „Stein/Schere/Papier“ zur Veranschaulichung des Anwendungsfalles Robotersteuerung / *Glove with integrally manufactured textile sensors for finger movement tracking; demonstrator "stone/paper/scissors" to visualise the use case of robot control*

Technische Ausstattung

- Universalprüfstand für statische und dynamische Langzeituntersuchungen von Faserkunststoffverbunden mit integrierten Sensor- und/oder Aktornetzwerken
- Hard- und Softwaretechnik zur mehrkanaligen Aufzeichnung und Ansteuerung von Sensor- und Aktorsystemen inkl. Regelkomponenten

Ausgewählte Publikationen

Mersch, J.; Pfeil, S.; Nocke, A.; Cherif, Ch.; Gerlach, G.: Sensors, actuators and their modeling in a fiber-reinforced biomimetic fish-fin. In: *Proceedings. MSE Congress, Online, 22.-25. September 2020*

Ashir, M.; Nocke, A.; Hanke, U.; Cherif, Ch.: Adaptive hinged fiber reinforced plastics with tailored shape memory alloy hybrid yarn. *Polymer Composites* 41(2020)1, DOI: 10.1002/pc.25359, pp. 191-200

Schwendicke, A.; Winger, H.; Wiczorek, F.; Altinsoy, M. E.: Begreifen - Wie unabhängig arbeiten unsere Finger wirklich?. In: *Proceedings. DAGA 2020 - 46th German Annual Conference on Acoustics - 46. Jahrestagung für Akustik, Hannover, 16. - 19. März 2020, S. 398-401*

Additive Fertigungstechnologien – Realisierung komplexer Strukturen und Ermöglichung neuer Methoden

Additive manufacturing technologies – creating complex structures and enabling new methods

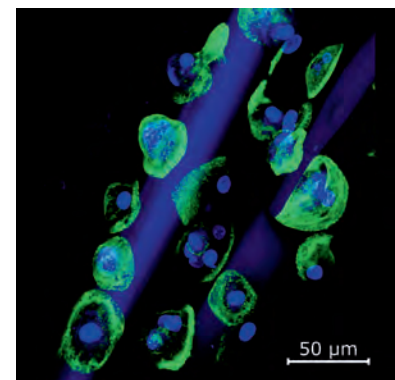
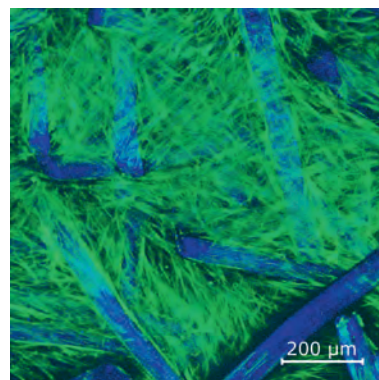
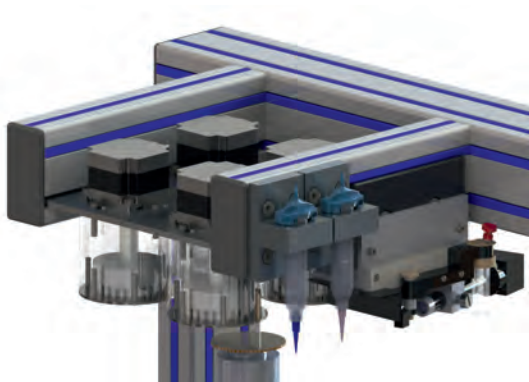
- **Faserbasierter 3D-Druck mit Biopolymeren für Implantate und Zellträgerstrukturen** / *Fiber-based 3D printing with biopolymers for implants and cell carrier structures*
- **Entwicklung von Prüfkörpern für biomechanische Analysen** / *Development of test specimens for biomechanical analyses*
- **Realisierung komplexer Spindüsengeometrien** / *Realization of complex spinneret geometries*
- **Entwicklung von individualisierten Kollektoren für das Elektrosinning von biomimetischen Trommelfellimplantaten** / *Development of individualized collectors for electrospinning of biomimetic drum implants*
- **Fertigung von individuellen Bauteilen in Losgröße 1** / *Production of individual components in batch size 1*

Am ITM werden eine Vielzahl an additiven Fertigungstechnologien eingesetzt. Diese Verfahren dienen der direkten Realisierung komplexer Strukturen, wie faserbasierten Zellträgersystemen für das Tissue Engineering, Prototypen oder Gussformen mit Freiformgeometrien. Mit der *Fiber-based Additive Manufacturing* Technologie lassen sich beispielsweise 3D-Zellträgerstrukturen auf Basis von Chitosan oder Seidenfibrinfasern aufbauen. Die modulare Anlage ermöglicht darüber hinaus die Integration von verschiedenen Biomaterialien, wie Knochenzementpasten oder Hydrogele. So lassen sich faserbasierte *Tissue Engineering* Konstrukte für unterschiedlichste Gewebetypen aufbauen.

Weiterhin dienen die additiven Fertigungsverfahren als *Enabling Technology*, beispielsweise für komplexe Spinntechnologien, zur Umsetzung von Kollektorgeometrien für das Elektrosinning (siehe Facharti-

kel auf S. 8-13) entsprechend biologischer Vorbilder oder von anthropometrischen Modellen als Grundlage für lebensnahe biomechanische Prüfungen an neuartigen Implantatstrukturen.

Ein weiteres Anwendungsbeispiel ist die Umsetzung von Düsen zur Herstellung von Multifilamentfasern aus dem Biomaterial Kollagen. Das erfordert spezielle Düsen, die beispielsweise die Kombination unterschiedlicher Materialflüsse erlauben. Um die Selbstassemblierung des Kollagens zu Tripelhelizes und schließlich zu Kollagenfibrillen und -fasern zu gewährleisten, sind dazu strömungssimulationsbasiert konzipierte und hochkomplexe Multikanal-spinnndüsen auf Basis von Strömungssimulationen erforderlich. Solche Spinnpakete können mit den am ITM vorhandenen Technologien binnen Stunden gefertigt, eingesetzt und erprobt werden.

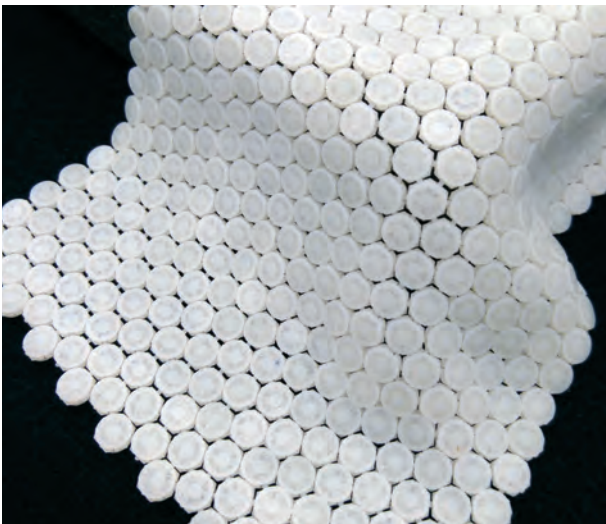


Fiber-based Additive Manufacturing Technologie zur Erzeugung hochkomplexer dreidimensionaler Zellträgersysteme und Laser-Scanning-Mikroskopie von knochenaufbauenden und knochenabbauenden Zellen auf den faserbasierten 3D Strukturen / *Fiber-based additive manufacturing technology for generating highly complex three dimensional cell support systems and laser scanning microscopy of osseous cells on the fiber-based 3D structures*

(a) 3D-Kollektor für das Elektrosponnen von biomimetischen Trommelfellimplantaten und (b) gefertigtes Implantat im Ohrmodell mit Knorpelring und Gehörknochen (s. S. 13) / (a) 3D collector for electrospinning of biomimetic eardrum implants and (b) fabricated implant in model with cartilage ring and auditory bone (see page 13)



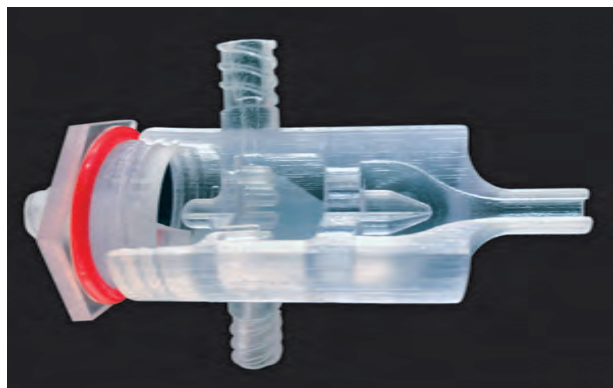
Kniegelenk-Formkörper zur Prüfung von textilen Bänder- und Sehnenimplantaten / 3D printed knee joint for testing textile ligament and tendon implants



3D-gedruckte drapierbare Fläche auf Basis hexagonaler Strukturen mit Kugelgelenken / 3D printed drapeable sheet based on hexagonal structures with ball joints

Technische Ausstattung

- Fiber-based Additive Manufacturing (FAM)-Anlage (Eigenentwicklung)
- PolyJet-Desktop-3D-Drucker Objet30 Prime für Medizinprodukte (Stratasys)
- Fused Depositon Modeling 3D-Drucker Prusa i3 MK3S (Prusa Research)
- Digital Light Processing 3D-Drucker Elegoo Mars UV (Elegoo)



Mehrkanal-Multikomponenten-Düssensystem für das Erspinnen von Kollagenfasern für die Biomedizin / Multi-channel multicomponent nozzle system for spinning collagen fibers for biomedicine

Ausgewählte Publikationen

Tonndorf, R.; Aibibu, D.; Cherif, Ch.: Collagen multifilament spinning. *Materials Science & Engineering: C* 106(2020)110105, DOI: 10.1016/j.msec.2019.110105 (online)

Wöltje, M.; Brünler, R.; Böbel, M.; Ernst, S.; Neuss, S.; Aibibu, D.; Cherif, Ch.: Functionalization of silk fibers by PDGF and bioceramics for bone tissue regeneration. *Coatings* 10(2020)1, DOI: 10.3390/coatings10010008 (online)

Benecke, L.; Chen, Z.; Zeidler-Rentzsch, I.; Pötzsch, H. F.; Aibibu, D.; Bornitz, M.; Neudert, M.; Cherif, Ch.: Simulation-based development of electrospun membranes for myringoplasty. *Vortrag / 11th World Biomaterials Congress 2020, Online, December 11-15, 2020*

Wöltje, M.: Growth factor functionalized silk for fiber-based scaffolds in regenerative medicine. *Vortrag / 11th World Biomaterials Congress 2020, Online, December 11-15, 2020*

Brünler, R.: Entwicklung einer additiven Fertigungstechnologie für faserbasierte Zellträgerstrukturen in der Regeneration komplexer Gewebedefekte. *Dresden, Technische Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Dissertation, 2020*

Mess- und Prüftechnik zur physikalischen Charakterisierung von Hochleistungsfaserwerkstoffen und Textilstrukturen

Measuring and testing equipment for the physical characterization of high-performance fiber materials and textile structures

- **Prüfungen mittels Zugprüfmaschine an Fasern, Garnen, textilen Flächen und Faserkunststoffverbunden** / *Tests on fibers, yarns, textile fabrics and fiber-reinforced plastic composites by means of tensile testers*
- **Charakterisierung mittels mikroskopischer Verfahren** / *Characterization by means of microscopic methods*
- **Physiologische Prüfungen an textilen Flächengebilden** / *Physiological tests on textile fabrics*

Das Charakterisieren von Material- und Struktureigenschaften für verschiedenste technische Anwendungen ist ein wichtiger Bestandteil in der Forschung und Entwicklung von Hochleistungsfaserwerkstoffen und neuartigen Textilkonstruktionen. Am ITM stehen hierfür eine große Anzahl an verschiedenen Prüfmaschinen zur Verfügung, die z. T. selbst entwickelt wurden.

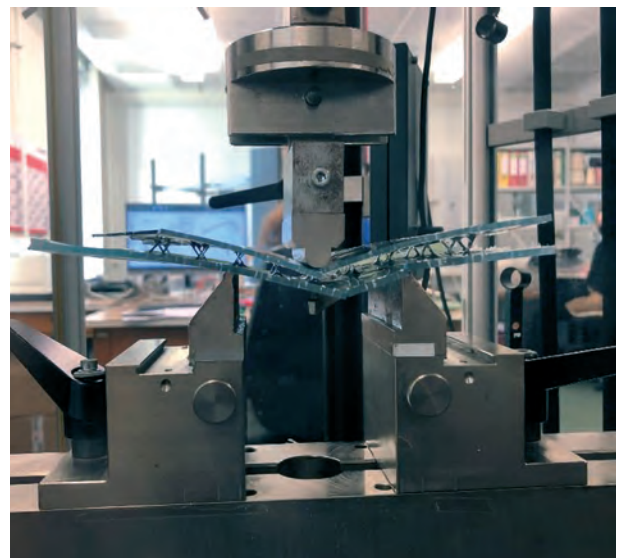
3- und 4-Punkt-Biegeprüfung zur Kennwertermittlung an Verbundwerkstoffen

Eine für die Einschätzung der Performance von faserverstärkten Verbundwerkstoffen elementare Prüfung ist die Biegeprüfung nach DIN EN ISO 14125. Bei der Versuchsdurchführung wird der geometrisch genormte Probekörper mit einer konstan-

ten Prüfgeschwindigkeit verformt. Die Einstellgrößen bei der Versuchsdurchführung nach DIN EN ISO 14125 betreffen zum einen das Prüfverfahren selbst und zum anderen die Stützweiten sowie die Prüfgeschwindigkeit innerhalb der Prüfung. Als Prüfverfahren können entsprechend der Norm sowohl 3-Punkt- als auch 4-Punkt-Biegeversuche durchgeführt werden. Sowohl die Stützweiten als auch die Prüfgeschwindigkeiten sind in der Norm beschrieben. Das Ende dieser Prüfung wird entweder beim Bruch der Probe oder dem Erreichen eines vorgegebenen Wertes für die Verformung bzw. Prüfkraft an der Probe erreicht. Am ITM wird diese Prüfung zur Ermittlung der textilphysikalischen Eigenschaften von neu entwickelten textilen Strukturen, wie beispielsweise Metallstrukturen für Crashanwendungen im Automobilbau angewendet.



3-Punkt-Biegeversuch mit Verbundprobe / 3-point bending test with composite structure



3-Punkt-Biegeversuch mit verformtem Metallgewebes-
spacer / 3-point bending test with deformed woven metal
spacer structure

Auswahl weiterer textilphysikalischer Untersuchungen am ITM:

Versuche mittels Zugprüftechnik an Fasern, Garnen, textile Flächen und Faserkunststoffverbunden (FKV):

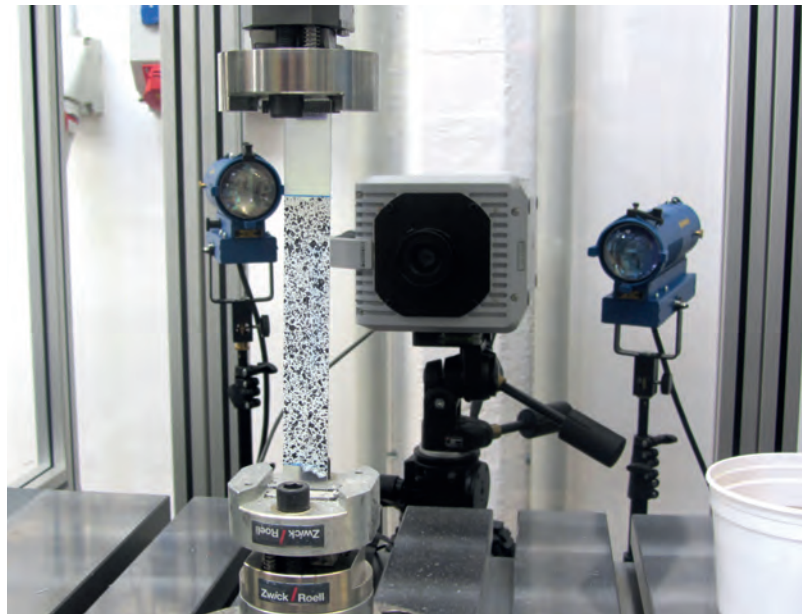
- 3-Punkt- und 4-Punkt-Biegeprüfungen an FKV
- Biaxiale Zugprüfungen mittels vierachsiger Zugprüfmaschine an textilen Flächen und FKV
- Druckprüfung
- Hochgeschwindigkeitszugprüfungen bis 20 m/s mit Erfassung der Längenänderung mittels Hochgeschwindigkeitskamera
- Interlaminare Scherfestigkeitsprüfung an FKV
- Scherprüfung
- Stempeldurchdruckversuch
- Zugprüfung zur Bestimmung der Höchstzugkraft und Höchstzugkraftdehnung, auch unter Berücksichtigung thermischer Einwirkung
- Zyklische Zugprüfungen

Weitere Prüfungen und Messungen:

- Biegesteifigkeit nach Cantilever
- Charpy-Pendelschlagprüfung
- Faserstoffanalysen
- Feinheit an Fasern, Filamenten und Garnen
- Luftdurchlässigkeit
- Optische Prüfung mittels Auflichtmikroskop inklusive Probenpräparation in Schliffkörpern oder mittels Mikrotomschnitt
- Porosität textiler Flächen
- Scheuer- und Pillbeständigkeit
- Wasserdampf- und Wärmedurchgangswiderstand
- Wasserdichtheit
- Untersuchung von textilen Strukturen unter definierten klimatischen Bedingungen (Temperatur: -40 °C bis +180 °C; Luftfeuchte: 10 % – 95 %) in einem Klimaprüfschrank (siehe S. 86)



Biaxialzugprüfmaschine / Biaxial tensile tester



Hochgeschwindigkeitskamera / High speed tensile tester

Ausgewählte Publikationen

Gong, T.; Curosu, I.; Liebold, F.; Vo, D. M. P.; Zierold, K.; Maas, H.-G.; Cherif, Ch.; Mechtcherine, V.: *Tensile behavior of high-strength, strain-hardening cement-based composites (HS-SHCC) reinforced with continuous, two-dimensional textile made of ultra-high-molecular-weight polyethylene*. *Materials* 13(2020)24, DOI: 10.3390/ma13245628 (online)

Eggers, A.; Abliz, D.; Ziegmann, G.; Hoffmann, D.; Trümper, W.; Cherif, Ch.: *Innovative textile reinforcing structures for time-efficient infusion of large-scale fiber composite components*. *Technical Textiles* 63(2020)1, pp. E41-E43

Ahrendt, D.; Romero Karam, A.: *Development of a computer-aided engineering-supported process for the manufacturing of customized orthopaedic devices by three-dimensional printing onto textile surfaces*. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* 15(2020), DOI: 10.1177/1558925020917627 (online)

Skalenübergreifende Materialforschung mittels instrumenteller chemisch/physikalischer Analytik

Multi-scale material research using instrumental chemical/physical analysis

- **Thermoanalytische Methoden: thermische Eigenschaften von Hochleistungsfasern, z. B. Carbon, Glas, PET, Aramid** / *Thermal analytical methods: thermal behavior of high-performance fibers, e.g., carbon, glass, PET, aramid*
- **Oberflächenanalytik** / *Surface analysis*
- **Qualitative und quantitative Analytik** / *Qualitative and quantitative analysis*
- **Farbmetrik** / *Colorimetry*
- **Nanoanalytik** / *Nano analysis*

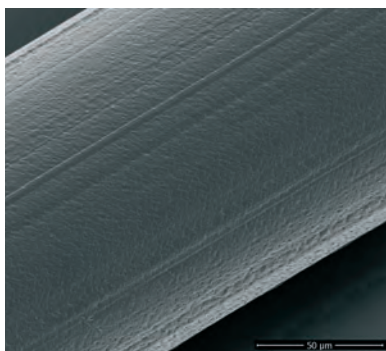
Die Entwicklung neuer Materialien und Produkte im Rahmen industrienaher Forschung stellt neben der Lösung der wissenschaftlich / technischen Aufgabenstellungen einen hohen Anspruch an die umfassende qualitäts- und prozesssichernde Analytik. Somit beinhaltet die ganzheitliche Herangehensweise am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik im starken Maß analytische Aufgabenstellungen und Problemlösungen. Schwerpunkte sind:

Thermoanalytische Methoden

- Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK) zur Darstellung von temperaturabhängigen Phasenumwandlungen für verschiedenste Materialien und Werkstoffe bis 400 °C
- Thermogravimetrie (TGA) zur Abbildung der thermischen Stabilität textiler und polymerer Materialien bis 1000 °C

Oberflächenanalytik

- Rasterelektronenmikroskopie (REM mit EDX), inklusive Probenpräparationen wie Gold-Besputterung
- Infrarotspektroskopische (IR) Untersuchungen zur Aufklärung der physikalisch / chemischen Grenzschichtstruktur
- Kontaktwinkelmessungen an Flächen (bis 400 °C) sowie von Fasern und Pulvern zur Bestimmung des Grenzschichtaktivitätspotenzials; Messungen zur Oberflächenspannung verschiedener Flüssigkeiten (Plattenmethode)



Lichtmikroskopische Aufnahme mit Polfilter von Chitosanpartikeln und REM-Aufnahme eines Chitosan-Filaments / *Light microscopy record with polarizing filter of chitosan particles and SEM record of chitosan filament*

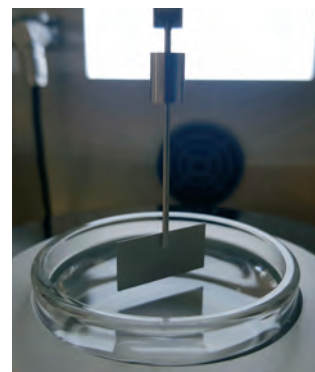
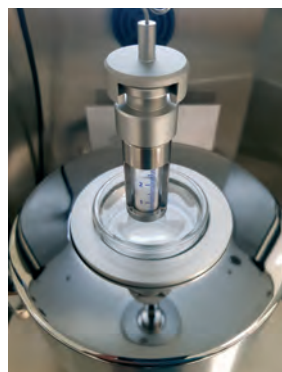
Qualitative und Quantitative Analytik

- Quantitative Bestimmung von Metallen, Halbmetallen und einigen Nichtmetallen; zum Teil im ppb-Bereich
- Analyse flüssiger und fester Materialien im IR- und UV-Vis-Bereich
- Untersuchung rheologischer Eigenschaften von Lösungen und Schmelzen
- Charakterisierung von Bewitterungs-, Lichtechtheits- und Photostabilitäten
- Volumetrische Bestimmung von Wasser in organischen Lösungsmitteln und Lösungen
- Aufschluss von Proben für die Elementaranalyse

Farbmetrik

- Bestimmung von Farbtönen, -tiefen und -differenzen im CIE L*a*b* Koordinatensystem sowie des Weißgrads
- Bestimmung von Anschmutzungsgraden
- Auswertung von Echtheitsprüfungen

Die detaillierte Oberflächen- und Grenzschichtcharakterisierung textiler Materialien in allen Aufmachungsformen für textile Hochleistungswerkstoffe erfordert eine definierte analytische Vorgehensweise. Hierfür steht am ITM eine instrumentelle Ausstattung zur Verfügung. Die Messung statischer und dynamischer Kontaktwinkel, Rasterelektronenmik-



Tensiometer K100 mit Prüfanordnung für WASHBURN und WILHELY-Plattenmethode / *Tensiometer K100 with test arrangement for WASHBURN and WILHELY plate method*



Analytik-Labor der Forschungsgruppe Textilchemie / Textilausrüstung (TCA) am ITM / Analytical laboratory of the research group TCA at ITM

roskopie und Infrarotspektroskopie begleiten jeden Schritt vom Polymer über die Faser bis zum fertigen Bauteil. Dabei dient das hochauflösende Tensiometer K100 und das Kontaktwinkelmessgerät DSA 100 zur Bestimmung der Oberflächenaktivität von Fasern und anderer klein dimensionierter Festkörper. Umfangreiche Erfahrungen und Kenntnisse konnten für verschiedenste Fasermaterialien aus Carbon, Glas, Polyimid (PI), Polyphenylsulfid (PPS), Polyetheretherketon (PEEK), Aramid, Basalt, Polypropylen (PP), Polyethylen (PE), Polyethylenterephthalat (PET) sowie weitere synthetische sowie naturstoffbasierte Polyester und aliphatische Polyamide (PA) gewonnen werden. Darüber hinaus sind mit dieser Prüfmethodik Aussagen zur Kompatibilität von Fasern / Flüssigkeits-Systemen mittels direkter Messung möglich, die die Wechselwirkungspotenziale von Textilmaterialien / Ausrüstungs- / Behandlungsflochten oder auch Beschichtungsmitteln aufzeigen.

Zur Erfassung der thermischen Eigenschaften und den damit verbundenen Zustandsänderungen polymerer Werkstoffe stehen am Institut die Untersuchungsmethoden der Dynamischen Differenzkalorimetrie (DDK) und der Thermogravimetrie (TGA) zur Verfügung. Mit der DDK lassen sich thermisch verursachte Strukturveränderungen von Stoffen und Stoffgemischen aufklären, sodass deren Glasübergangstemperaturen, Kristallisationsgrade / -verhalten, Spannungszustände, Schmelz-, Vernetzungs- und Zersetzungsgebiete sowie auch die thermische Vorgeschichte polymerer Materialien erfassbar sind. Es ist hierbei möglich, mittels modulierter Signalverarbeitung reversible und nichtreversible Phasenumwandlungen voneinander getrennt darzustellen. Das Pyrolysewiderstandsvermögen /-verhalten von unterschiedlichsten Textil-, Beschichtungs-, Ausrüstungs- und Matrixmaterialien bis zu einer Temperatur von 1000 °C ist mit der am ITM vorhandenen hochaufgelösten TGA sehr genau charakterisierbar, sodass hiermit die Untersuchungen der DDK sehr sinnvoll ergänzt werden oder auch davon getrennte Bewertungen möglich sind. Zur Erfassung topographischer Veränderungen, der detaillierten Oberflächen- und Grenzschichtcharakterisierung textiler Materialien, steht ein QUANTA FEG 250 zur Verfügung. Zum Aufschluss von verschiedenen Kunst- und Naturstoffen steht dem ITM ein Mikrowellen-Aufschluss-System zur Verfügung. Die aufgeschlossenen Proben können nachfolgend mithilfe spektroskopischer Analysetechnik (AAS)

quantitativ untersucht werden. Zum Einsatz und zur Verwendung der vorgenannten Thermoanalytik und Rasterelektronenmikroskopie, konnten am Institut weitreichende Erfahrungen und Kenntnisse zur Untersuchung von Faser- und Hochleistungsfasermaterialien, duromeren und thermoplastischen Matrixsystemen, Elastomeren, Beschichtungen und Beschichtungsmitteln, Klebstoffen, technischen und biobasierten Polymeren erworben werden.

Instrumentelle Analytik:

- Rasterelektronenmikroskop QUANTA FEG 250 mit EDX
- FT-IR-Spektrometer Nicolet 6700 mit ATR-Einheit mit Diamant- und Germaniumkristall
- UV-VIS Specord 50 plus
- Haake RheoWin /Thermo Scientific Mars II mit Platte / Platte und Kegel / Platte-Messgeometrie auch im Hochtemperaturbereich bis 400 °C
- Kontaktwinkelmessgerät Krüss DSA100 + Heizkammer
- Tensiometer Krüss K100
- Dynamisches Differenzkalorimeter, TA Instruments, DSC Q2000
- Thermogravimetrie, TA Instruments, TGA Q500
- Atomabsorptionsspektrometer, Analytik Jena ZEE nit 700
- Farbmeter, ACS, Chromasensor, C-5
- Lichtmikroskop, Olympus Bx40
- Xenotester, Q-SUN Xe-2 Xenon-Prüfkammer
- Karl Fischer Titrator, SI Analytics TitroLine 7500 KF
- Mikrowellen-Aufschluss-System, CEM Corporation, MARS 6 iWave



Über das Dresden Center for Nanoanalysis (DCN) als zentrale Einrichtung der TU Dresden besteht auch die Möglichkeit, auf modernste Nanoanalytik zurückzugreifen, wie Transmissions-elektronenmikroskopie, Röntgenmikroskopie und akustische Rasterkraftmikroskope .

<https://cfaed.tu-dresden.de/dcn>

Ausgewählte Publikationen

Böhnke, P. R. C.; Kruppke, I.; Hoffmann, D.; Richter, M.; Häntzsche, E.; Gereke, T.; Kruppke, B.; Cherif, Ch.: Matrix decomposition of carbon-fiber-reinforced plastics via the activation of semiconductors. *Materials* 13(2020)15, DOI: 10.3390/ma13153267 (online)

Hoffmann, D.; Böhnke, P.; Huynh, M.; Kruppke, I.; Gereke, T.; Häntzsche, E.; Cherif, Ch.: Tailored repair procedure for thermoset CFRP components by UV-initialized matrix removal. In: *Proceedings. Sampe Europe (Virtual Conference), Amsterdam (Netherlands), September 30 - October 01, 2020*

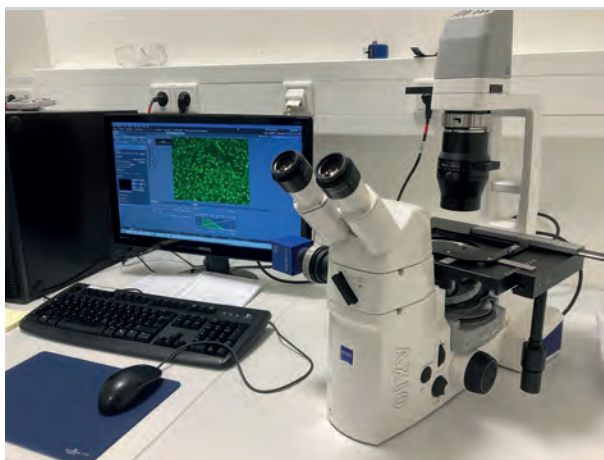
Zellbiologielabor: Untersuchung zellbiologischer Aspekte der Zellbesiedlung, -proliferation und -differenzierung im Kontakt mit textilen Medizinprodukten und Zellträgerstrukturen für die regenerative Medizin

Cell biology laboratory: Evaluation of cellbiological aspects of colonization, proliferation and differentiation of cells after contact with textile medical devices and scaffolds for regenerative medicine

- **Besiedlung textiler dreidimensionaler Zellträgerstrukturen** / *Cell colonization of textile scaffolds*
- **Beurteilung der Zellschädigung aufgrund morphologischer Veränderungen** / *Assessment of cell damage due to morphological changes*
- **Messung der Zellschädigung und des Zellwachstums** / *Quantification of cell damage and cell growth*
- **Messungen spezifischer Aspekte des Zellstoffwechsels** / *Quantification of specific aspects of cell metabolism*

Bereits seit mehreren Jahren wird am ITM zusammen mit Kooperationspartnern erfolgreich an der Entwicklung individueller, faserbasierter, dreidimensionaler Implantate für den Einsatz als Medizinprodukt oder als Zellträgerstruktur (Scaffold) im Tissue Engineering geforscht. Anfang 2015 wurde am ITM ein voll funktionstüchtiges Zellbiologielabor neu eingerichtet. Ziel war es, neben den am Institut bereits vorhandenen Test- und Prüftechni-

ken für die physikalische und chemische Charakterisierung textiler Hochleistungswerkstoffe auch die Möglichkeit der biologischen Charakterisierung dieser Werkstoffe zu etablieren. Gerade im Bereich der Entwicklung neuartiger innovativer Bio- und Medizintextilien ist die biologische Charakterisierung ein wichtiges Werkzeug zur Abschätzung möglicher biologischer und medizinischer Risiken bei einem späteren klinischen Einsatz der textilen Medizinprodukte.



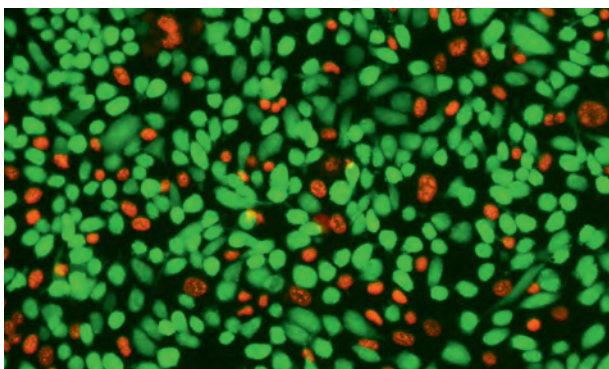
Inverses Fluoreszenzmikroskop AxioVert A1 / *Inverted fluorescence microscope*



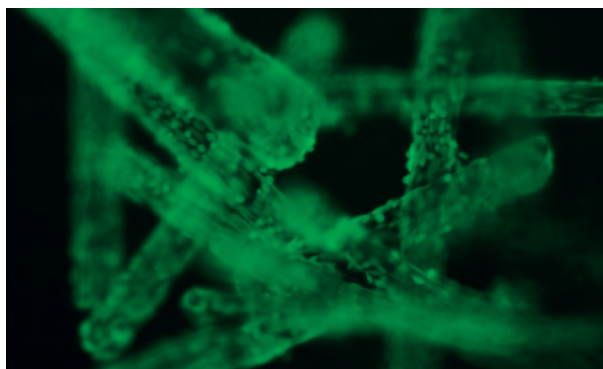
Sicherheitswerkbank für die Durchführung steriler Zellkulturexperimente / *Biological safety cabinet for sterile handling of cell cultures*



Zellbiologielabor des ITM im Reinraum Klasse 7 bzw. EG-GMP Klasse B / *Cell biology laboratory of the ITM within a clean-room environment class 7 (EG-GMP class B)*

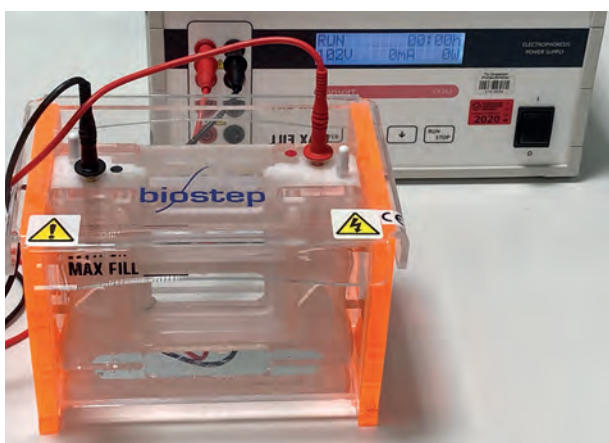


Lebend-Tot-Färbung an Maus Fibroblasten im Rahmen der Prüfung auf In-vitro-Zytotoxizität gemäß DIN ISO 10993-5 / *Live dead staining of mouse fibroblasts in the context of cytotoxicity testing according DIN ISO 10993-5*



Lebend-Tot-Färbung von Zellen nach Kultivierung auf 3D Net-Shape-Nonwoven Zellträgerstrukturen aus Seidenfasern / *Live dead staining of cells after cultivation on 3D NSN scaffolds from silk fibers*

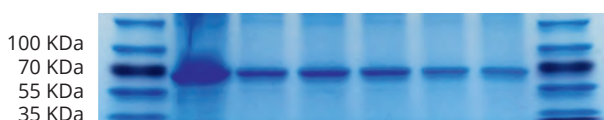
Aus diesem Grund wurde die apparative Ausstattung angeschafft, die für die Durchführung der biologischen Beurteilung von Medizinprodukten (Prüfung auf In-vitro-Zytotoxizität gemäß DIN ISO 10993-5) notwendig sind.



Gelelektrophoretische Auftrennung von BSA funktionalisierten Chitosan Nanofasern / *Electrophoretic separation of BSA functionalized chitosan nanofibres*

Die Einrichtung des Zellbiologielabors stellt eine Erweiterung des Methodenspektrums des ITM dar, die es ermöglicht, projektbegleitende Untersuchungen von Polymerproben, Filamenten und textilen Funktionsmustern bezüglich ihrer Eignung als Produkt für biomedizinische Anwendung durchzuführen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit die Untersuchungen unter Reinraumbedingungen (Klasse 7 gemäß ISO 14644-1 bzw. Klasse B gemäß EG-GMP operationell) durchzuführen.

Neben den zellbiologischen Methodiken stehen im Zellbiologielabor verschiedene proteinbiochemische Untersuchungsmöglichkeiten zur Verfügung, mit deren Hilfe der qualitative und quantitative Nachweis von Proteinen möglich ist. So wurden mit bovinem Rinderalbumin (BSA) funktionalisierte, elektrogrospinnene Nanofasern aus Chitosan gelelektrophoretisch aufgetrennt und das BSA als Proteinanteil durch Färbung nachgewiesen.



Qualitativer Nachweis von BSA (66 kDa) in BSA-funktionalisierten Chitosan Nanofasern nach Elektrophorese / *Qualitative detection of BSA (66 kDa) in chitosan nanofibres functionalized with BSA after electrophoresis*

Technische Ausstattung

- Sicherheitswerkbank Klasse 2 Labguard Nu-437-500E (NuAire)
- CO₂ Inkubator (Binder)
- Inverses Fluoreszenzmikroskop AxioVert A1 (Zeiss)
- Mikrotiterplattenphotometer Multiskan FC (Thermo Scientific)
- Kühlzentrifuge 320R (Hettich)
- pH Messgerät Seven Compact S220 (Mettler Toledo)
- Elektrophorese Kammern für die Proteinanalytik (biostep)
- Netzgerät 600V, 1000 mA, 300 W (Consort EV261)

Ausgewählte Publikationen

Wöltje, M.; Brünler, R.; Böbel, M.; Ernst, S.; Neuss, S.; Aibibu, D.; Cherif, Ch.: *Functionalization of silk fibers by PDGF and bioceramics for bone tissue regeneration. Coatings* 10(2020)1, DOI: 10.3390/coatings10010008 (online)

Wöltje, M.: *New fast and reliable process for isolation of regenerated silk fibroin. Vortrag / 11th World Biomaterials Congress 2020, Online, December 11-15, 2020*

Wöltje, M.: *Growth factor functionalized silk for fiber-based scaffolds in regenerative medicine. Vortrag / 11th World Biomaterials Congress 2020, Online, December 11-15, 2020*

LEHRE

- **Aktuelles zum Sommersemester 2020 und zum Wintersemester 2020/21**

Aufgrund der Corona-Pandemie gab und gibt es im Bereich der Lehre viele Änderungen, begonnen bei Online-Lehrveranstaltungen bis hin zu virtuellen Rundgängen und Praktika am ITM.

Das alles stellte uns vor neue Herausforderungen, aber es bot sich auch die Chance, Ideen und Konzepte im neuen Maßstab zu testen.

So konnten wir unseren Dozent:innen Lizenzen für Videokonferenzsysteme (z. B. Zoom; GoToMeeting) beschaffen sowie den Hörsaal und Besprechungsräume mit entsprechender Technik ausstatten. Außerdem haben wir durch die Online-Plattform OPAL sehr guten Zugang zu den Studierenden und können dadurch unkompliziert die Kommunikation stets aufrecht halten (z. B. durch die Chatfunktion und ein Diskussionsforum).

In Ergänzung an eine klassische Vorlesung haben wir Maschinen in Betrieb und auch Laborpraktika aufgezeichnet, um damit den Studierenden die Praxis näher zu bringen und dies anschließend in kleinen angepassten Übungen vertieft. Auch die Gruppenarbeit wurde virtuell möglich, durch Nutzung von Break-Out-Räumen konnten die Studentinnen und

Studenten während der Vorlesungszeit in eigenen Räumen miteinander agieren und die Betreuer:innen wechselten dabei regelmäßig zwischen den Räumen, um Fragen zu beantworten und sicherzustellen, dass zielgerichtet gearbeitet wird.

Als Best-Practice-Beispiel wurde an der Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten von Herrn Prof. Kyosev ein Lernstudio für die Studentinnen und Studenten entwickelt (siehe Beitrag auf Seite 68). Dort konnten diese aktiv mitarbeiten, eigene 3D-Modelle erstellen und Berechnungen vornehmen. Begleitet wurde alles durch ein elektronisches Handbuch und Online-Beratungen mit den Dozent:innen. Diese Idee wurde auch im Rahmen des Wettbewerbes als „E-Learning-Schmuckstück“ von Studierenden vorgeschlagen.

Unbenommen blieb die Möglichkeit, es unseren Studierenden in kleinen Gruppen in einer Art Schichtbetrieb und unter Einhaltung der Hygienebestimmungen zu ermöglichen, einige Praktika in Präsenz zu absolvieren, um jenseits des Bildschirms weitere, nicht nur visuelle und akustische Eindrücke zu sammeln.

Dieses Angebot wurde sehr dankend angenommen und das Feedback der Studentinnen und Studenten war durchweg positiv.

Wenn auch die digitale Lehre kein adäquater Ersatz für eine universitäre Ausbildung in Präsenz ist, zeigten die Rückmeldungen der Studierenden, dass auch unter den bestehenden Einschränkungen Wissen vermittelt und auch geprüft werden kann.

Im Wintersemester 2020/21 haben insgesamt 167 Studierende auf dem Gebiet der Textil- und Konfektionstechnik Lehrveranstaltungen belegt. Davon konnten wir in der Studienrichtung Verarbeitungsmaschinen- und Textilmaschinenbau des Diplom-Studiengangs Maschinenbau bzw. im Master-Studiengang Textil- und Konfektionstechnik 30 neue Studentinnen und Studenten begrüßen. Hinzu kommen insgesamt 71 Studierende höherer Semester, 34 Studierende des Studiengangs Wirtschaftsingenieurwesen in der Vertiefung Textilmaschinen- und Hochleistungswerkstofftechnik sowie 32 Studierende aus anderen Studienrichtungen.

Unsere im Sommersemester 2020 angebotenen Lehrveranstaltungen „Textile Halbzeuge und Verfahren“ und „Textilverstärkte Hochleistungswerkstoffe für den Leichtbau“ wurden von 144 Studierenden der Studienrichtungen Leichtbau sowie Wirtschaftsingenieurwesen belegt.

Herr Prof. Fuchs dozierte nach 44 Jahren im Sommersemester 2020 zum letzten Mal das Lehrfach „Textilrecycling“, welches als reguläre Lehrveranstaltung und im Rahmen des „studium generale“ fachübergreifend für die Studierenden der TU Dresden angeboten wurde.

Wir danken Herrn Prof. Fuchs für die langjährige großartige Unterstützung des Institutes für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden. Durch sein jahrzehntelanges Engagement und seinen unermüdlichen persönlichen Einsatz für die Studierenden im textilen Bereich trug er wesentlich zur Ausbildung bei und wurde von den Studierenden vieler Generationen sehr geschätzt.

Wir freuen uns darauf, dass das Fach Textilrecycling ab dem Wintersemester 2021/22 erneut durch das Sächsische Textilforschungsinstitut e.V. gelehrt wird.

Im Rahmen der Expertenseminare, die unseren Studierenden innerhalb des Sommersemesters regulär angeboten werden, konnten coronabedingt dieses Jahr nur über wissenschaftliche und rhetorische Methodiken zur Anfertigung von Studienarbeiten und Vorträgen online offeriert werden.

Insgesamt wurden durch das ITM 33 Abschlussarbeiten im Jahr 2020 betreut und erfolgreich verteidigt. Das ITM hatte im Studienjahr 2020/21 über 350 Studierende, dabei lag der Anteil an ausländischen Studentinnen und Studenten bei ca. 5 %.

• Stipendien für Studierende des ITM

Deutschlandstipendium

Das Deutschlandstipendium unterstützt besonders talentierte und engagierte Studierende mit 300 EUR pro Monat für ein Studienjahr. 150 EUR übernimmt der Bund. Die andere Hälfte wird von privaten Geldgebern (zum Beispiel Unternehmen, Stiftungen, Vereine, Alumni oder Privatpersonen) hinzugegeben.

Die Förderzusagen trotz Corona, vor allem durch Industrievertreter, machen das Textiltechnikstudium für Studentinnen und Studenten noch attraktiver. Dadurch können wir die besten Studierenden der TU Dresden für uns gewinnen, sodass auch künftig sehr gute Textilmaschinenbauingenieure an unserem Institut für die deutsche Textil- und Textilmaschinenbauindustrie ausgebildet werden.

Im Jahr 2020 wurden 5 Stipendien an Studierende des ITM vergeben, die fachgebunden unter anderem von folgenden Firmen unterstützt werden:

- **P-D Management Industries-Technologies GmbH**
- **Saertex GmbH & Co. KG**
- **Rieter Ingolstadt GmbH**



RIETER

Besonders hervorzuheben ist das Engagement unseres ehemaligen Studenten Herrn Dr. Mohammad Kamruzzaman, der als ALUMNI der TUD 7.200 EUR für vier Jahresstipendien spendete. Wir sind dankbar und stolz, dieses Engagement belegt die enge Verbindung zu unseren Absolventen.

DAAD-Stipendium

Vom DAAD erfolgt im Rahmen des Programms „Development-Related Postgraduate Courses – Education Professionals for Sustainable Development“ jährlich die Vergabe von Vollstipendien für 24 Monate. Des Weiteren wird ein 6-monatiger Deutschkurs vor Studienbeginn finanziert.



Deutscher Akademischer Austausch Dienst
German Academic Exchange Service

Mit diesem DAAD-Programm werden derzeit Studierende aus Entwicklungsländern in 42 deutsch- und englischsprachigen Studiengängen deutschlandweit unterstützt.

Für den Kurs 2019 bis 2020 konnten 5 Stipendien vergeben. Diese Stipendiaten kommen aus Ägypten, Bangladesch (2x), Kolumbien und Uganda.

Für den Jahrgang 2020 bis 2022 wurden 3 Stipendien bereitgestellt. Hier sind die Heimatländer der Studierenden Bangladesch (2x) und Mexiko.

Auch für den Semesterstart im Oktober 2021 fand bereits die Auswahlrunde statt und wir freuen uns, 5 weitere DAAD-Stipendiat:innen aus Vietnam, Iran, Ägypten, Jordanien und Bangladesch am ITM begrüßen zu dürfen. Momentan absolvieren die Kandidat:innen einen virtuellen Intensiv-Deutschkurs.

Für die zu vergebenen Stipendienplätze lagen diesmal 62 Bewerbungen aus 18 Ländern vor.

Das ITM bedankt sich im Namen aller Stipendiat:innen bei den Firmen, die die Deutschlandstipendien anteilig fördern sowie beim DAAD für die jährliche Vergabe von Stipendien an engagierte und leistungsstarke deutsche Studierende bzw. an hervorragende internationale Studienbewerber:innen.

- **Beteiligung am Studiengang „European Master in Advanced Textile Engineering“ (E-Team)**

Im Rahmen des Kurses **European Masters in Advanced Textile Engineering** (E-TEAM) hielten Frau Dr. Cornelia Sennwald (Technical Textile Manufacturing Technology) und Frau M. Sc. Doudou Zhang (Computer Aided Textile Design & Manufacturing) einwöchige Vorlesungen. Ursprünglich war gedacht, die Kurse am ENSISA, Mulhouse, France durchzuführen. Aufgrund der Corona-Beschränkungen mussten die Kurse jedoch online stattfinden. Die Dozent:innen haben sich sehr bemüht, den Vorlesungsinhalt so anschaulich wie möglich zu vermitteln. Die praktischen Übungen waren jedoch nur eingeschränkt möglich. Frau M. Sc. Zhang hat den Studierenden einen digitalen Zugang zu der Rechentechnik in

Dresden ermöglicht, um in ihrem Kurs nicht nur Theorie zu vermitteln, sondern die Studentinnen und Studenten auch praktisch wirksam werden zu lassen.

- **Internationales Studenten-/Dozentenaustauschprogramm ERASMUS+**

Im Rahmen des internationalen Austauschprogramms erhielten wir Zuwachs einer Studentin von ENSAIT, Frankreich sowie einem Studenten von der TU Liberec, Tschechische Republik. Auch Studierende unseres Institutes nutzten die Chance, sich an anderen Universitäten in Europa einzuschreiben, so beispielsweise für ein Semester an der University of Aberdeen, Großbritannien.

- **Studienwerbung**

Auch im Jahr 2020 führten u. a. die zahlreichen Aktivitäten im Bereich der Studienwerbung zu einer hohen Zahl an Neueinschreibungen zum Wintersemester 2020/21. So fanden mehrere Informationsveranstaltungen für Studierende im Grundstudium Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen sowie an den deutschen Hochschulen für angewandte Wissenschaften statt. Aufgrund der Einschränkungen durch die Corona-Pandemie wurden die Aktivitäten im Vergleich zu den Vorjahren deutlich anders aufgestellt. So fand beispielsweise die Studienrichtungsvorstellung am 17.07.2020 genau wie der Unitag am 20.06.2020 sowie der Vertiefungsstammtisch am 27.06.2020 komplett auf digitaler Ebene statt. Die Teilnahme an den Veranstaltungen war außerordentlich gut.

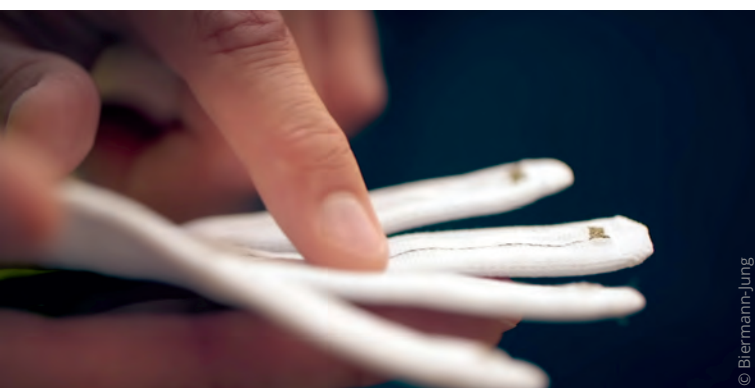
Zusätzlich zu diesen Aktivitäten wurde auch das Online-Tool „Meet the Prof“ eingerichtet, bei dem Herr Prof. Kyosev und Frau Dr.-Ing. Pietsch interessierten Bewerber:innen bei individuellen Online-Beratungen Fragen zu unserem Masterstudiengang „Textil- und Konfektionstechnik“ beantworteten.

Weiterhin erhielten die Studieninteressenten die Möglichkeit, in kleinen Gruppen und unter Einhaltung der Hygienevorschriften, an Rundgängen durch die Maschinenhallen im Walter-Frenzel-Bau, der Neuen Textilmaschinenhalle sowie der Textilmaschinenhalle Dresden Dobritz und den Laboren teilzunehmen.

Die frühzeitige Einbindung von Studierenden des 4. Semesters in die Forschung als studentische Hilfskräfte wurde ebenfalls 2020 erfolgreich fortgesetzt. Wie zu erwarten war, konnten die ursprünglich geplanten Aktivitäten (z. B. Praktika, Schnupperstipendium, Sommeruniversität) im Jahr 2020 nicht durchgeführt werden. Dennoch haben wir auch hier auf Digitalisierung und neue Ideen gesetzt.



Filmaufnahmen am ITM durch die Agentur Biermann-Jung Kommunikation & Film für den neuen Imagefilm „Maschinenwesen ist mehr als du denkst! – Studieren an der TU Dresden“ der Fakultät Maschinenwesen



Ausschnitt aus dem neuen Imagefilm „Maschinenwesen ist mehr als du denkst! – Studieren an der TU Dresden“ der Fakultät Maschinenwesen

So wurde durch die TU Dresden ein virtueller Campus-Rundgang erstellt und ein Imagefilm „Maschinenwesen ist mehr als Du denkst! – Studieren an der TU Dresden“ mit Beteiligung durch das ITM gedreht. Damit geben wir einen vielfältigen Einblick in die spannenden Studienmöglichkeiten am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden.

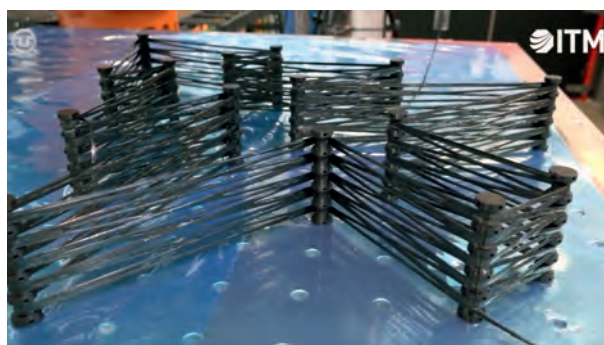
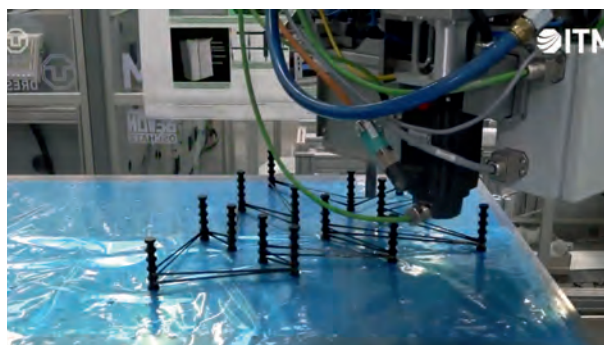


Link zum Video:

<https://youtu.be/JffgXbgAroQ>

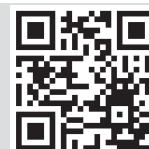


Außerdem hat sich das ITM am Online-Adventskalender der TU Dresden mit einem Türchen beteiligt – Robotertechnik mal anders, mit der Ablagetechnologie des KUKA KR90, normalerweise für räumliche 3D-Strukturen mit Hightechfasern wie z. B. Carbonfasern genutzt, haben unsere technischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf die Weihnachtszeit eingestimmt und einen, aus harzgetränkten Carbonfasern bestehenden, Weihnachtsbaum hergestellt. Verbreitet wurde alles via LinkedIn, Facebook und Instagram.



Link zum Video:

<https://youtu.be/LICAxeege5Y>



Auch wenn die „normalen“ Aktivitäten nicht durchgeführt werden konnten, haben wir aus der Gesamtsituation das Beste gemacht, Neues probiert, die Initiative ergriffen und uns angepasst. Natürlich werden wir nach dieser Pandemie wieder mehr in Präsenz anbieten, aber die digitalen Medien sind nun wirklich nicht mehr wegzudenken und sollten auch künftig nicht mehr außer Acht gelassen werden.

- **Etablierung eines Lernstudios an der Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten**

In der Veranstaltung „Maschinen und Verfahren der Konfektionstechnik“ lernen unsere Studierenden die Funktionsweise und die Konstruktion der Maschinen zum Fügen von biegeweichen Materialien, was ein multidisziplinäres tieferes Wissen aus mehreren Fachdisziplinen erfordert.

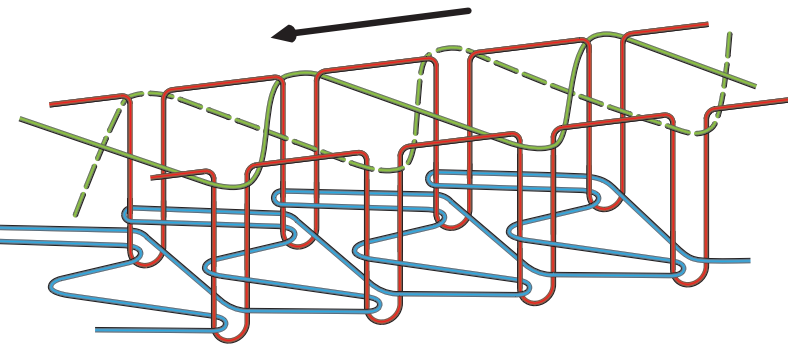


Abb. 1: Überdeckkettenstich [1]

Während des normalen Präsenzbetriebes haben die Studierenden die Möglichkeit, die jeweiligen Maschinen in unseren Nähtechniklaboren der Professur live auszuprobieren und die verschiedenen Nahtarten selbstständig zu erzeugen. Die Anzahl der Fäden, die räumliche Bewegungen der diversen Greifer und Fadengeber, deren Interaktion sowie das Endergebnis können hierbei analysiert werden. Die Studierenden erlernen und verstehen bei den unterschiedlichen Nahtarten dadurch das Prinzip der scheinbar komplizierten Fadenüberkreuzungen, wie z. B. bei dem auf der Abbildung 1 dargestellten Überdeckkettenstich, sehr anschaulich.

Das formale „Digitalisieren“ von solchen praktischen Übungen für die Zeit der Online-Lehre durch reine Videoaufnahmen und Wiedergabe mit Erklärungen schätzten die Lehrverantwortlichen als nicht erfolgversprechend ein. Für das Online-Praktikum wurden daher einige praktische Aufgaben zu einem semesterbegleitenden Projekt mit vier Teilaufgaben zusammengefasst. Die Vorbereitung für diese selbstständige Arbeit erforderte allerdings ausführliche Erklärungen mit mehreren Bildern, Links und gut formatierten Quellcodes. Die klassische Papiervariante der Fächervorbereitung, wobei viel Software für numerische Rechnungen und Simulationen verwendet werden muss, erwies sich hierfür als unvorteilhaft. Daher wurde eine Anleitung als elektronisches Buch mit Links und Videos den Studierenden erstellt und als eine separate DokuWiki auf dem Webspaces der Professur eingerichtet. Somit wurde das „Lernstudio der Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten“ erfolgreich für die Online-Lehre etabliert.

Um das aktive Verstehen und selbstständige Ausführen des Lernthemas „Überkreuzung der Nähfäden“ zu ermöglichen, wurde folgende Aufgabe konzipiert: Jeder Studierende bekam einen individuellen Stichartyp zugeteilt, zudem ein parametrisches 3D Modell in Python erstellt werden sollte. Für die 3D Datensatz-Visualisierung wurde den Studierenden ein frei zugänglicher Viewer zur Verfügung gestellt. Zum Abschluss der Aufgabe sollten die Fadenlängen berechnet werden.

Als Ergebnis wurden die Inhalte „Schritt für Schritt Einleitung – Python for Beginners“ und „Nahtbild als 3D Projektion (Koordinaten werden parametrisch beschrieben und in Python kodiert)“ im Wiki-Lernstudio vorbereitet und zur Nutzung freigegeben.

Nach zwei Einheiten je 90 Minuten und einer zusätzlichen Demonstration der Schritt für Schritt Anleitung, kam der „Aha Effekt“ bei den Studierenden mit den ersten bunten Bildern als Ergebnis, wie in der Abbildung 2 dargestellt ist .

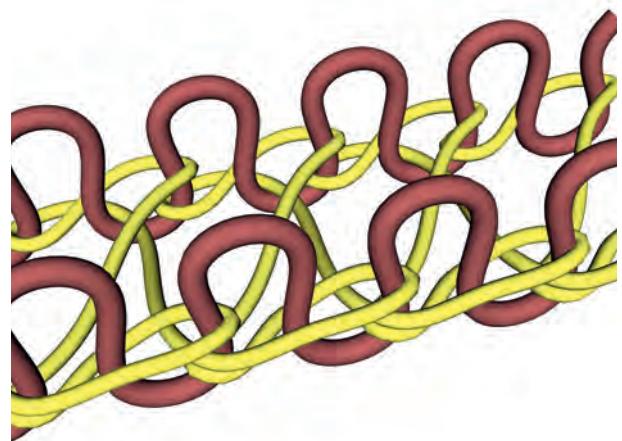


Abb. 2: Generiertes 3D Bild auf Basis eines parametrischen Modells des Studenten P. W.

Die meisten Studierenden fanden die Wiki Inhalte mit Bildern und ausführlichen Erklärungen als elektronisches Handbuch sehr angenehm und hilfreich in der Nutzung im Vergleich zu aufgenommenen Videos, da sie die Inhalte mit ihrer eigenen Geschwindigkeit sehr gut nachvollziehen konnten.

Zusammenfassend bildet dieses Lernstudio eine exzellente Ergänzung für die Vermittlung von praxisnahen Lehrinhalten, neben der an der TU Dresden etablierten OPAL-Online-Plattform.

Herzlichen Dank an Frau Claudia Neumann SG 7.5 und dem Websupport Team für die kompetente Beratung und schnelle Regelung des Webspaces der Professur, wo das Lernstudio implementiert wurde.

(Autor: Prof. Dr.-Ing. Yordan Kyosev)

PROMOTIONEN

• Dissertation von Herrn Dr.-Ing. Lars Hahn

Am 15. Juli 2020 verteidigte Herr Dr.-Ing. Lars Hahn unter dem Vorsitz von Prof. Majschak (Institut für Naturstofftechnik) seine am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden erarbeitete Dissertation **„Entwicklung einer In-situ-Beschichtungs- und Trocknungstechnologie für multiaxiale Gelegestrukturen mit hohem Leistungsvermögen“**.

Die Promotionsschrift wurde durch Herrn Prof. Cherif (ITM) und Herrn Prof. Lottes (Hochschule Hof, FB Münchberg) begutachtet. Als Beisitzende begleiteten Herr Prof. Kyosev (ITM) und Herr Prof. Rödel (ITM) das Promotionsverfahren.

Aufgrund der aktuellen COVID-19 Pandemie fand die öffentliche Verteidigung erstmalig als Video-Verteidigung statt, sodass alle interessierten Zuschauer:innen sich online dazuschalten konnten.

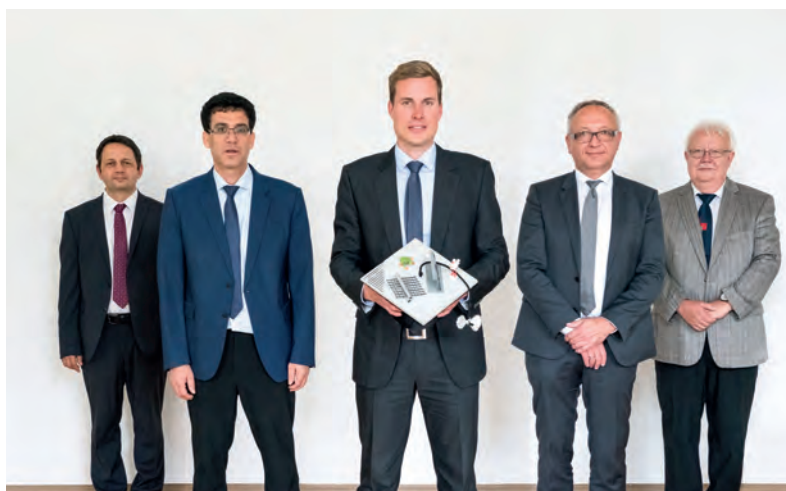
Herr Dr.-Ing. Lars Hahn hat an der TU Dresden an der Fakultät Maschinenwesen Textiltechnik studiert. Im Rahmen von Industriepraktika und Studienarbeiten bearbeitete er vielfältige Themen im Bereich thermoplastischer und duroplastischer Faserkunststoffverbunde. Seit Oktober 2014 ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am ITM der TU Dresden in der Forschungsgruppe „Multiaxialgelege und Textiles Bauen“ tätig. Sein Forschungsfokus lag auf der Entwicklung von neuartigen textilen Bewehrungsstrukturen zur Anwendung im Bereich Carbonbeton. Im Rahmen seiner Dissertation setzte er sich mit der Entwicklung einer In-situ-Beschichtungs- und Trocknungstechnologie für multiaxiale Gelegestrukturen mit hohem Leistungsvermögen auseinander. Er konnte zeigen, dass durch die entwickelte Technologie die mechanischen Eigenschaften von Textilbewehrungen, wie Zugfestigkeit und E-Modul, im Vergleich zu konventionell, auf Basis von separaten, in nacheinander geschalteten Prozessen hergestellten Textilbewehrungen erheblich gesteigert werden. Im Oktober 2019 hat er die Leitung der Forschungsgruppe „Multiaxialgelege und Textiles Bauen“ übernommen.

Zusammenfassung der Dissertationsschrift

Entwicklung einer In-situ-Beschichtungs- und Trocknungstechnologie für multiaxiale Gelegestrukturen mit hohem Leistungsvermögen

Im Anbetracht einer stetig wachsenden Weltbevölkerung ist die Erforschung von Werkstoffen und Technologien, die zur Ressourcenschonung beitragen, von großer Bedeutung. Im Vergleich zur Stahl-

betonbauweise ermöglicht die Anwendung von Textilbeton durch die Korrosionsunempfindlichkeit der Bewehrung eine materialeffiziente betonsparende Bauweise. In der Dissertationsschrift von Herrn Hahn erfolgt die Entwicklung einer neuartigen In-situ Beschichtungs- und Trocknungstechnologie zur Herstellung von Textilbewehrungen mit hohem Leistungsvermögen, auf Basis von Carbonfaser-Heavy Tows (CFHT). Hierfür werden in Grundlagenuntersuchungen Zusammenhänge zwischen chemischen Parametern sowie prozess- und anlagentechnischen Konfigurationen und den resultierenden mechanischen Eigenschaften textiler Bewehrungsstrukturen erarbeitet und validiert. Durch die entwickelte In-situ-Technologie können die mechanischen Eigenschaften von Textilbewehrungen, wie Zugfestigkeit und E-Modul, im Vergleich zu konventionell, auf Basis von separaten, nacheinander geschalteten Prozessen hergestellten Textilbewehrungen erheblich gesteigert werden.



Herr Dr.-Ing. Lars Hahn mit den vor Ort anwesenden Mitgliedern der Prüfungskommission

Development of an innovative in-situ coating and drying technology for the manufacturing of high-performance textile reinforcement structures

As global population continues to grow, research towards resource-efficient materials and technologies becomes increasingly important. In contrast to ferro-concrete, the reinforcing structure in carbon concrete is corrosion resistant so that corresponding construction designs are characterized by material efficiency, particularly in terms of the amount of concrete required. Thus, this thesis presents the development of an innovative in-situ coating and drying technology for the manufacturing of high-performance textile reinforcement structures based on Carbon Fiber Heavy Tows (CFHT). The basic principles of relations between chemical parameters and machine/process configurations in addition to the resulting mechanical properties of textile reinforcement structures will be investigated and

validated. By means of the developed in-situ technology, mechanical properties of textile reinforcements, e.g. tensile strength and e-modulus, can be increased significantly compared to conventional textile reinforcements produced by separate, successively performed processes.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des ITM gratulieren Herrn Dr.-Ing. Lars Hahn zum erfolgreichen Abschluss seiner Dissertation recht herzlich und wünschen ihm für seine weitere berufliche und private Zukunft alles Gute und viel Erfolg.

- **Dissertation von Herrn Dr.-Ing. Martin Hengsternann**

Am 18. September 2020 verteidigte Herr Dr.-Ing. Martin Hengsternann unter dem Vorsitz von Prof. Wagenführ (Institut für Naturstofftechnik) seine am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden erarbeitete Dissertation **„Entwicklung von Hybridgarnen aus recycelten Carbonfasern und Polyamid 6-Fasern für thermoplastische Verbundbauteile mit hohem Leistungsvermögen“**.



Herr Dr.-Ing. Martin Hengsternann mit den vor Ort anwesenden Mitgliedern der Prüfungskommission

Die Promotionsschrift wurde durch Herrn Prof. Cherif (ITM) und Herrn Prof. Weide (Hochschule Niederrhein, Fachbereich Textil- und Bekleidungstechnik) begutachtet. Als Beisitzende begleiteten Frau Prof. Krzywinski (ITM) und Herr Prof. Kyosev (ITM) das Promotionsverfahren.

Aufgrund der aktuellen COVID-19 Pandemie fand die öffentliche Verteidigung als Video-Verteidigung statt, sodass alle interessierten Zuschauer:innen sich online dazuschalten konnten.

Herr Hengsternann hat Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Textil- und Konfektionstechnik an der TU Dresden von 2007 bis 2013 studiert. Das Studium schloss er mit einer Diplomarbeit am ITM ab. Von 2014 bis 2019 war Herr Hengsternann als wissenschaftlicher Mitarbeiter am ITM in der Forschungsgruppe „Multimaterial-Garnstrukturen für Hightech-Anwendungen“ tätig. Er bearbeitete schwerpunktmäßig verschiedene Projekte zur Ver-spinnung von recycelten Carbonfasern zu Hybridgarnen. Für die erzielten Projektergebnisse wurde das ITM mit dem AVK-Innovationspreis 2016 in der Kategorie „Forschung/Wissenschaft“ sowie mit dem Deutschen Rohstoffeffizienz-Preis 2016 in der Wettbewerbskategorie „Forschung“ ausgezeichnet.

Zusammenfassung der Dissertationsschrift

Entwicklung von Hybridgarnen aus recycelten Carbonfasern und Polyamid 6-Fasern für thermoplastische Verbundbauteile mit hohem Leistungsvermögen

Gegenstand der vorliegenden Dissertationsschrift ist die Entwicklung und Umsetzung von neuartigen Hybridgarnen aus recycelten Carbonfasern (rCF) und Polyamid (PA) 6-Fasern für thermoplastische Verbundbauteile mit hohem Leistungsvermögen. Diese Hybridgarne können die hervorragenden mechanischen Eigenschaften der rCF im Gegensatz zu bisherigen Lösungen auf Basis von Spritzguss und Vliesstoffen in hohem Maße ausnutzen. Bedingt durch deren spezielle Fasereigenschaften (insbesondere hohe Querkraftempfindlichkeit, Sprödigkeit und fehlende Kräuselung) wurde dafür die Prozesskette der konventionellen Stapelfasergarnherstellung, bestehend aus Krempel, Strecke und Flyer, umfangreich analysiert und technologisch-konstruktiv weiterentwickelt, wodurch erstmalig eine schonende und gleichmäßige Herstellung der Hybridgarne ermöglicht werden konnte. Für eine reproduzierbare und effiziente Prüfung der Faserlänge der rCF wurde zudem ein anforderungsgerechtes Faserlängenmesssystem auf Basis der Fibrographmethode entwickelt. Die im Rahmen der Arbeit abschließend durchgeführten Verbundprüfungen belegen das enorm hohe Potenzial der Hybridgarne, die über 80 % der Verbundzugfestigkeit von vergleichbaren Referenzprüfkörpern aus Carbon-Filamentgarn und PA 6-Matrix erreichen. Das entwickelte analytische Modell bietet zudem die Möglichkeit zur Berechnung der Verbundzugkennwerte in Abhängigkeit wesentlicher Faser- und Hybridgarnparameter.

Download der Dissertation:

Qucosa®:



Development of hybrid yarns from recycled carbon fibers and polyamide 6 fibers for high performance thermoplastic composites

This thesis addresses the development and manufacturing of novel hybrid yarns made from recycled carbon fibres (rCF) and polyamide (PA) 6 fibres for high-performance thermoplastic composites. This type of hybrid yarn employs the excellent mechanical properties of rCF as opposed to previous solution approaches based on injection moulding and nonwovens. According to their specific fibre properties (high shear sensitivity, brittleness, lacking crimp), the process chain for conventional staple fibre production, including a roller card, draw frame and roving frame, was thoroughly analysed; moreover, it was modified in terms of technology and construction, thus enabling a gentle and homogenous production of hybrid yarn for the first time. For the reproducible and efficient testing of rCF length, a suitable fibre length measuring system based on the fibrograph method was established. Composite testing concluded this research, proving the enormous potential of hybrid yarns, which achieve more than 80 % of the composite tensile strength of reference samples made from carbon filament yarn and PA 6 matrix. The developed analytical model allows for predicting characteristic tensile properties depending on significant fibre and hybrid yarn parameters.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des ITM gratulieren Herrn Dr.-Ing. Martin Hengsternann zum erfolgreichen Abschluss seiner Dissertation recht herzlich und wünschen ihm für seine weitere berufliche und private Zukunft alles Gute und viel Erfolg.

- **Dissertation von Herrn Dr.-Ing. Moniruddoza Md. Ashir**

Am 13. Oktober 2020 verteidigte Herr Dr.-Ing. Moniruddoza Md. Ashir unter dem Vorsitz von Prof. Majschak (Institut für Naturstofftechnik) seine am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden erarbeitete Dissertation „**Development of innovative textile-based adaptive fiber-reinforced plastics with shape memory alloys**“. Die Promotionschrift wurde durch Herrn Prof. Cherif (ITM), Herrn Prof. Ünal (Hochschule Reutlingen, Fakultät Textil & Design) und Herrn Prof. Modler (Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik) begutachtet. Als Beisitzender begleitete Herr Prof. Rödel (ITM) das Promotionsverfahren. Aufgrund der aktuellen COVID-19 Pandemie fand die öffentliche Verteidigung als Video-Verteidigung statt, sodass alle interessierten Zuschauer:innen sich online dazuschalten konnten.

Nach seinem Bachelor of Science in Textiltechnik an der Bangladesh University of Textiles absolvierte Herr Dr. Moniruddoza Ashir als DAAD-Stipendiat erfolgreich seinen Master of Science in Textil- und Konfektionstechnik am ITM der TU Dresden. Seit

Dezember 2013 ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe „Mess-, Sensor- und Aktortechnik“ am ITM tätig. Sein Forschungsschwerpunkt ist die Entwicklung von Textilstrukturen mit textiltechnisch integrierten Formgedächtnislegierungsdrähten zur Umsetzung komplexer Verformungen in Faserkunststoffverbundanwendungen. Neben seinen zahlreichen wissenschaftlichen Projektaktivitäten ist Herr Dr. Ashir als Tutor für die DAAD-Stipendiat:innen des Masterstudiengangs Textil- und Konfektionstechnik tätig.



Herr Dr.-Ing. Moniruddoza Md. Ashir mit den vor Ort anwesenden Mitgliedern der Prüfungskommission

Zusammenfassung der Dissertationsschrift

Entwicklung von neuartigen textilbasierten adaptiven Faserkunststoffverbunden mit Formgedächtnislegierungen

Faserkunststoffverbunde (FKV) werden aufgrund der hohen spezifischen Steifigkeiten und Festigkeiten sowie der Möglichkeit zur maßgeschneiderten Einstellung dieser Eigenschaften immer stärker in bewegten Komponenten eingesetzt. Aktuelle Entwicklungen tendieren dabei zunehmend zu kinematischen Systemen, die im Maschinenbau, insb. auch im Textilmaschinenbau, sowie in der Logistik und Automatisierungstechnik und im Automobilbau Einsatz finden, wobei hier speziell die geringe Masse der FKV ausgenutzt wird. Mit der zunehmenden Anwendung derartiger kinematischer Systeme steigt auch die Nachfrage nach einfachen, gewichtsparenden und kostengünstigen Lösungen für Spezialkinematiken, die basierend auf energie- und materialeffizienter aktorischer Prinzipien unter Berücksichtigung des Leichtbaugedankens anforderungsspezifische Bewegungen und Kräfte generieren können. In der vorliegenden Dissertation werden alternative Ansätze auf Basis von innovativen textilbasierten adap-

tiven FKV mit strukturintegrierten Formgedächtnislegierungen konzipiert, umgesetzt, erprobt und im Vergleich mit konventionellen technischen Lösungen evaluiert. Daher galt es, eine Vielzahl bisher ungelöster konzeptioneller sowie textil- und materialspezifischer Fragestellungen zu bearbeiten und tiefgreifend zu analysieren. Hierzu zählen die Entwicklung neuartiger Ansätze und technologischer Lösungen sowohl zur reproduzierbaren Einstellung einer anforderungsgerechten Grenzschicht zwischen der Formgedächtnislegierung in Drahtform sowie dem umgebenden Faserverbundwerkstoff als auch zur vollautomatischen Integration des textilverarbeitbaren Aktors in die textile Verstärkungsstruktur. Weitere Zielstellungen bestanden in der Ermittlung von Struktur-Funktionseigenschaftsbeziehungen, dem Nachweis der funktionalen Langzeitstabilität sowie der Konzeptionierung und Erprobung von industrie-relevanten Funktionsdemonstratoren.

Development of innovative textile-based adaptive fiber-reinforced plastics with shape memory alloys

Fiber-reinforced plastics (FRP) are increasingly being used in moving components due to their high specific stiffnesses and strengths in addition to the ability for specifically tailored properties. Current developments display a trend towards kinematic systems, which are employed in mechanical engineering, especially in textile machinery, as well as in logistics, automation technology and automotive engineering, where their low mass makes FRP a particularly suitable material. With the increasing application of kinematic systems, there is also a growing demand for simple, weight-saving and cost-effective solutions for special kinematics that can generate requirement-specific movements and forces based on energy- and material-efficient actuator principles, taking into account the lightweight design concept. In this dissertation, alternative approaches in terms of innovative textile-based adaptive FRP with structurally integrated shape memory alloys are designed, implemented, tested and evaluated in comparison with conventional technical solutions. Therefore, a multitude of previously unsolved conceptual as well as textile- and material-specific issues had to be addressed and analyzed in depth. They include the development of novel approaches and technological solutions both for the reproducible setting of a suitable boundary layer between the shape memory alloy in wire form and the surrounding fiber composite material and for the fully automatic integration of the textile-processable actuator into the textile reinforcement structure. Further objectives involved the determination of structure-function property relationships, the demonstration of functional long-term stability and the conceptualization and testing of industry-relevant functional demonstrators.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des ITM gratulieren Herrn Dr.-Ing. Moniruddoza Md. Ashir zum erfolgreichen Abschluss seiner Dissertation recht herzlich und wünschen ihm für seine weitere berufliche und private Zukunft alles Gute und viel Erfolg.

• **Dissertation von Herrn Dr.-Ing. Christian Franz**

Am 14. Oktober 2020 verteidigte Herr Dr.-Ing. Christian Franz unter dem Vorsitz von Prof. Majschak (Institut für Naturstofftechnik) seine am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden erarbeitete Dissertation **„Entwicklung von Abstandsgewirken aus Hochleistungsfaserstoffen für gekrümmte Leichtbaupaneele“**.

Die Promotionsschrift wurde durch Herrn Prof. Cherif (ITM) und Herrn Prof. Ünal (Hochschule Reutlingen, Fakultät Textil & Design) begutachtet. Als Beisitzende begleiteten Herr Prof. Kyosev (ITM) und Herr Prof. Modler (Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik) das Promotionsverfahren.



Herr Dr.-Ing. Christian Franz mit den vor Ort anwesenden Mitgliedern der Prüfungskommission

Aufgrund der aktuellen COVID-19 Pandemie fand die öffentliche Verteidigung wieder als Video-Verteidigung statt, sodass alle interessierten Zuschauer:innen sich online dazuschalten konnten.

Nach seinem erfolgreichen Diplomabschluss an der Fakultät Maschinenwesen der Technischen Universität Dresden arbeitete Herr Dr. Franz seit dem 01.02.2013 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am ITM im Bereich der Flächenbildungstechnik. Seine Forschungsschwerpunkte waren dabei die technisch-technologischen Entwicklungen von Kettenwirkmaschinen, Abstandsgewirken sowie Lichtbeton. Für die Entwicklung eines flexiblen und produktiv arbeitenden Schusseintragssystems an Kettenwirkmaschinen erhielt Herr Dr. Franz dabei den 1. mtex-Innovationspreis.

Zusammenfassung der Dissertationsschrift

Entwicklung von Abstandsgewirken aus Hochleistungsfaserstoffen für gekrümmte Leichtbaupaneele

Für die Reduktion von bewegten Massen sowie den schonenden Umgang mit endlichen Ressourcen werden im Maschinen-, im Fahrzeug- und im Anlagenbau und im Bauwesen innovative Leichtbaulösungen angestrebt. Für großflächige Bauteile erfolgt dabei zunehmend der Einsatz von Abstandstrukturen. Herausfordernd ist bei der Auslegung dieser Strukturen, die zug- und schubfeste Verbindung der innenliegenden Abstandsschicht mit den Deckschichten. Im Rahmen der Dissertation werden über umfassende Strukturbetrachtungen und -modellierungen, Mechanismen zur schadigungsarmen Verarbeitung von querkraftempfindlichen Hochleistungsfäden an Abstandskettenwirkmaschinen entwickelt. Mit diesen Lösungen sind erstmals Carbon- und Glasfäden auch mit hohen Feinheiten von 800 tex schadigungsarm in der Abstandsschicht verarbeitbar. Damit lassen sich auf Basis der Abstandswirktechnik hochproduktiv FKV-basierte Leichtbauteile für großflächige Decken-, Wand- oder Bodenelemente sowie für doppelwandige Rohre herstellen.

Development of spacer fabrics made from high-performance fibers for curved lightweight panels

In order to reduce moving masses and conserve finite resources, innovative lightweight solutions are being sought in mechanical engineering, vehicle construction, plant engineering and construction. Spacer structures are increasingly being used for large-area components. A challenge in the design of these spacer structures is the tensile and shear-resistant connection of the internal spacer layer with the cover layers. Within the scope of the dissertation, mechanisms for the low-damage processing of transverse force-sensitive high-performance yarns on double-needle bar warp knitting machines are developed via comprehensive structural considerations and modelling. With these solutions, for the first time, carbon and glass yarns can be processed with low damage in the spacer layer, even with high gauges of 800 tex. This makes it possible to produce highly productive FKV-based lightweight components for large-area ceiling, wall or floor elements as well as for double-walled pipes on the basis of double-needle bar warp knitting technology.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des ITM gratulieren Herrn Dr.-Ing. Christian Franz zum erfolgreichen Abschluss seiner Dissertation recht herzlich und wünschen ihm für seine weitere berufliche und private Zukunft alles Gute und viel Erfolg.

• Dissertation von Herrn Dr.-Ing. Ronny Brünler

Am 30. Oktober 2020 verteidigte Herr Dr.-Ing. Ronny Brünler unter dem Vorsitz von Prof. Wiesmann (Institut für Werkstoffwissenschaft) seine am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden erarbeitete Dissertation **„Entwicklung einer additiven Fertigungstechnologie für faserbasierte Zellträgerstrukturen in der Regeneration komplexer Gewebedefekte“**.

Die Promotionsschrift wurde durch Herrn Prof. Cherif (ITM) und Herrn Prof. Blaeser (TU Darmstadt, Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren) begutachtet. Als Beisitzende begleiteten Herr Prof. Rödel (ITM) und Herr Prof. Kyosev (ITM) das Promotionsverfahren.

Aufgrund der aktuellen COVID-19 Pandemie fand die öffentliche Verteidigung als Video-Verteidigung statt, sodass alle interessierten Zuschauer:innen sich online dazuschalten konnten.

Seit 2013 ist Herr Dr. Brünler als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe „Bio- und Medizintextilien“ beschäftigt. Er bearbeitete Forschungsprojekte mit den Schwerpunkten Geweberegeneration, additive Fertigung und Implantattechnologien. Im Rahmen seiner Dissertation entwickelte Herr Dr. Brünler ein neuartiges faserbasiertes additives Fertigungsverfahren, dass die Fertigung von Implantaten für komplexe Gewebedefekte ermöglicht. Er konnte zeigen, dass das Wachstum gewebeaufbauender, -abbauender und gefäßbildender Zellen auf den additiv gefertigten Strukturen möglich ist.

Zusammenfassung der Dissertationsschrift

Entwicklung einer additiven Fertigungstechnologie für faserbasierte Zellträgerstrukturen in der Regeneration komplexer Gewebedefekte

Die Life Sciences gehören zu den zentralen Technologien des 21. Jahrhunderts. Implantate und Organersatz zur Unterstützung und Wiederherstellung von Geweben sowie Gewebe- und Körperfunktionen haben im Hinblick auf den demographischen Wandel und die wachsende Bevölkerung eine immense gesellschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung. Einen besonders interdisziplinären und vielversprechenden Bereich stellt hierbei das Tissue Engineering dar.

Es wurde eine neuartige faserbasierte additive Fertigungsverfahren entwickelt, die die Realisierung von neuartigen Zellträgerstrukturen zur Züchtung dreidimensionaler biologischer Gewebe im Tissue Engineering ermöglicht. Eine Vielzahl an Simulationsalgorithmen, Softwaretools, Steuerungstechniken, technologischen sowie konstruktiven Lösun-



Herr Dr.-Ing. Ronny Brünler mit den vor Ort anwesenden Mitgliedern der Prüfungskommission

gen ermöglicht die vollautomatische Fertigung hochkomplexer gewebespezifischer Implantatdesigns. Sowohl die präzise und simulationsgestützte Einstellung von Porengrößen zur Anpassung auf spezifische Zell- und Gewebetypen als auch gewebe- und patientenindividuelle Geometrien, Material- und Strukturgradierungen werden ermöglicht.

Auf Grundlage des Biopolymers Chitosan wurden Zellträgerstrukturen für die Knochenregeneration entwickelt und anhand umfangreicher Studien untersucht. Knochenaufbauende, knochenabbauende und gefäßbildende Zellen bzw. deren Vorläufer wachsen in die faserbasierten Strukturen ein, differenzieren und bilden ihren jeweiligen Phänotyp aus. Im Ergebnis steht eine Auslegungs- und Fertigungsplattform bereit, die es ermöglicht maßgeschneiderte und auf den Patienten bzw. den Defekt individuell angepasste faserbasierte Zellträgerstrukturen zu realisieren, die zur Erzeugung von biologischen Geweben im Tissue Engineering hervorragend geeignet sind.

Development of an additive manufacturing technology for fiber-based cell carrier structures for the regeneration of complex tissue defects

Life sciences are one of the central technologies of the 21st century. Implants and organ replacement to support and restore tissues as well as functions of the body and tissues have an immense social and economic impact in view of demographic change and the growing population. Tissue engineering represents a particularly interdisciplinary and promising field in this context.

An innovative and unique fiber-based additive manufacturing technology that enables the realization of novel cell carrier structures for the cultivation of three-dimensional biological cell constructs in tissue engineering was developed. Multiple simulation algorithms, software tools, technological innovations, control technology solutions as well as design solutions enable the fully automated fabrication of highly complex tissue specific implant designs. Both the precise and simulation-based configuration of pore sizes for the adaptati-

on to specific cell and tissue types as well as tissue- and patient-specific geometries in combination with multiple material and structural gradations are made feasible.

Cell carrier structures for bone regeneration were developed based on the biopolymer chitosan and examined in extensive studies. Bone-forming, bone-degrading and vascularizing cells or their precursors respectively grow into the fiber-based structures, differentiate and form their respective phenotype. As a result, a unique design and manufacturing platform that enables the design of customized fiber-based cell carrier structures is now available, ideally suited for the generation of biological tissues in tissue engineering.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des ITM gratulieren Herrn Dr.-Ing. Ronny Brünler zum erfolgreichen Abschluss seiner Dissertation recht herzlich und wünschen ihm für seine weitere berufliche und private Zukunft alles Gute und viel Erfolg.

• **Dissertation von Herrn Dr.-Ing. Muhammad Awais**

Am 17. November 2020 fand unter dem Vorsitz von Herrn Prof. Schmauder (Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme) die erfolgreiche Verteidigung der an der Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten des Instituts für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden erarbeiteten Dissertation „**Thermophysiological simulation of human body-clothing-environment system**“ von Herrn Dr.-Ing. Muhammad Awais statt.

Die Promotionschrift wurde durch Frau Prof. Krzywinski (ITM) und Frau Prof. Breitkopf (Institut für Energietechnik) begutachtet. Als Beisitzende begleiteten Herr Prof. Kyosev (ITM) und Herr Prof. Rödel (ITM) das Promotionsverfahren.

Aufgrund der aktuellen COVID-19 Pandemie fand die öffentliche Verteidigung als Video-Verteidigung statt, sodass alle interessierten Zuschauer:innen sich online dazuschalten konnten.

Nach seinem Abschluss 2005 als Bachelor in Textiltechnik mit der Spezialisierung „Garments Manufacturing Technology“ an der National Textile University, Faisalabad, Pakistan, arbeitete Herr Dr.-Ing. Muhammad Awais fünf Jahre lang in der Bekleidungsindustrie in Pakistan. Mit einem DAAD-Stipendium begann er 2010 den Masterstudiengang „Textil- und Konfektionstechnik“ am ITM der TU Dresden. Nach Abschluss des Masterstudiums 2012 wurde er Assistenzprofessor an der University of Management and Technology in Pakistan. 2016 erhielt er die Chance, mit einem Promotionsstipendium an der Professur für Konfektionstechnik (jetzige Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten) am ITM der TU Dresden als Promotionsstudent zu arbeiten. Während dieser Zeit entwickelte eine Methode zur Anwendung von Simulationstechniken, die nicht nur die Wärmeregulation des menschlichen Körpers in Bezug auf Mikroklima, Kleidung und Umgebung simulieren kann, sondern auch die Passform der Kleidung berücksichtigt. Die Forschungsergebnisse sind ein wesentlicher Bestandteil seiner erfolgreich abgeschlossenen Promotion. Nach seinem Forschungsaufenthalt in Dresden ist Herr Dr. Awais wieder als Assistenzprofessor an der School of Design and Textile, University of Management and Technology in Lahore/Pakistan tätig.

Zusammenfassung der Dissertationsschrift

Thermophysiologische Simulation des Systems Mensch-Kleidung-Umgebung

Der menschliche Körper interagiert mit der sich verändernden Umgebung und versucht, seine Körperkerntemperatur in einem engen Temperaturbereich von $37 \pm 0,5$ °C zu halten. Die Übertragung von Wärme und Feuchtigkeit zwischen dem menschlichen Körper und seiner Umgebung hängt von vielen Faktoren ab, z. B. den Umgebungsbedingungen, dem Aktivitätsniveau des menschlichen Körpers und den Eigenschaften der Kleidung. Unter diesen Faktoren sind die Bekleidungseigenschaften die Einzigen, die entsprechend ihrer Endverwendung gesteuert werden können. Da Kleidung als Schnittstelle und Barriere fungiert, hat sie einen großen Einfluss auf die Wärmeübertragung zwischen dem menschlichen Körper und der Umwelt, die wiederum für einen hohen Tragekomfort unabdingbar ist. Diese Arbeit schlägt innovative Simulationstechniken vor, um eine umfassende Lösung zur Bewertung der thermophysiologischen Parameter des menschlichen Körpers sowie des thermischen Komforts verschiedener textiler Materialien zu generieren. Diese Simulation berücksichtigt die mechanischen und thermischen Eigenschaften von Kleidung, die beide einen großen Einfluss auf die Passform und ungleichmäßi-



Herr Dr.-Ing. Muhammad Awais mit den vor Ort anwesenden Mitgliedern der Prüfungskommission

ge Luftspalte zwischen Kleidung und menschlichem Körper haben. Dieses Simulationsverfahren bietet eine schnelle, intelligente und qualitative Designlösung für die Bereiche Outdoor-, Arbeits- und Sicherheitsbekleidung sowie Sportbekleidung, die in diesem sich schnell entwickelnden und fortschrittlichen Technologiezeitalter erforderlich ist.

Thermophysiological simulation of human body-clothing-environment system

The human body interacts with the changing environment and tries to maintain its body core temperature within a narrow temperature range of 37 ± 0.5 °C. The transfer of heat and moisture between the human body and its surrounding environment depends on many factors, e.g., environmental conditions, the activity level of the human body, and clothing characteristics. Among these factors, clothing properties are the only one that can be managed according to their end use. Since clothing acts as an interface and barrier, it has a great influence on the thermal transmission between the human body and the environment, which is in turn essential for high wear comfort. This work proposes innovative simulation techniques to generate a comprehensive solution for evaluating the thermophysiological parameters of the human body as well as the thermal comfort of different textile materials. This simulation considers the mechanical and thermal properties of clothing, which both have a great influence on fit and non-uniform air gaps between clothing and human body. This simulation process offers a fast, intelligent, and qualitative design solution for sectors involving outdoor, work, and safety clothing as well as sportswear, which is required in this rapidly developing and advanced technological era.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des ITM gratulieren Herrn Dr.-Ing. Muhammad Awais zum erfolgreichen Abschluss seiner Dissertation recht herzlich und wünschen ihm für seine weitere berufliche und private Zukunft alles Gute und viel Erfolg.

AUSZEICHNUNGEN, EHRUNGEN UND WÜRDIGUNGEN

• Wissenschaftlerteam des ITM - eine der Finalisten des Otto von Guericke-Preises 2020

Das Wissenschaftler-Team **Ronny Brünler und Philipp Schegner** vom ITM der Technische Universität Dresden ist sehr stolz, mit ihren maßgeschneiderten textilen Herzklappenprothesen zu den Finalisten des Otto von Guericke-Preises der AiF e.V. 2020 gehört zu haben.

übertragen können“, erklärt Ronny Brünler das neue Verfahren und sein Kollege Philipp Schegner ergänzt: „So können wir maßgeschneiderte, komplexe Geometrien rasch umsetzen.“

Bislang stehen für die Behandlung defekter Herzklappen mechanische und biologische Klappen zur Verfügung. Die neuartigen gewebten Herzklappenprothesen sollen die Vorteile der beiden Typen vereinen: unbegrenzte Lebensdauer, keine lebenslange Ein-

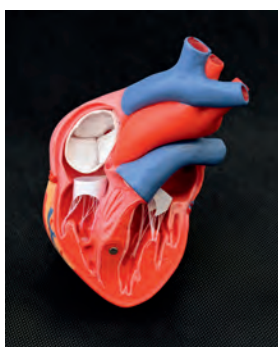


Eines der drei Finalistenteams beim Otto von Guericke-Preis 2020: Die Wissenschaftler Ronny Brünler (links) und Philipp Schegner (rechts) vom Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden

In dem Projekt der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) entwickelten die Wissenschaftler neuartige textile Herzklappenprothesen. Die Implantate können exakt an die anatomische Form angepasst und minimalinvasiv im Herz platziert werden. Die Herstellung ist voll digital, automatisiert und verursacht nur einen Bruchteil der bisherigen Kosten. „Wir generieren aus Computertomographie-Daten ein 3D-Modell, das in mehreren Schritten so weiterentwickelt wird, dass wir es letztendlich als maschinenlesbaren Code in eine konventionelle Webmaschine

nehmen von blutverdünnenden Medikamenten und minimal invasive Operation. Ferner können die textilen Herzklappen zeit- und kostensparend mit hoher Reproduzierbarkeit und Qualität gefertigt werden.

Einen spannenden Einblick über das nominierte IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V. zeigt das Video „Prozesskette zur Fertigung nahtloser 3D-Webstrukturen“, welches über dem QR-Code abrufbar ist.



Gewebte integral gefertigte Implantate für das Herz-Kreislaufsystem

Das IGF-Vorhaben 19922 BR der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V. (FKT) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

- **VDMA-Kreativitätspreis des Deutschen Textilmaschinenbaus 2020 an Nachwuchswissenschaftlerin des ITM verliehen**

Am 02. Dezember 2020 fand die Verleihung der Förder- und Kreativitätspreise 2020 der Walter Reiners-Stiftung des VDMA, Fachverband Textilmaschinen an Studierende und Nachwuchswissenschaftler:innen deutscher Universitäten für Spitzenleistungen in Studium und Promotion statt. Die bundesweit ausgeschriebenen Förder- und Kreativitätspreise wurden erstmals online durch Herrn Peter D. Dornier, Vorstandsvorsitzender der Walter Reiners-Stiftung, verliehen.



Textilmaschinen

Frau Dipl.-Ing. Philippa Ruth Christine Böhnke vom ITM der TU Dresden wurde mit dem 3.000 EUR dotierten Kreativitätspreis des Deutschen Textilmaschinenbaus 2020 für ihre exzellente Studienarbeit **„Entwicklung von additiv gefertigten Verbund-Implantaten aus Kieselgelfasern und medizinischen Klebstoffen für die Knochenregeneration“** ausgezeichnet.

In ihrer Arbeit entwickelte Frau Böhnke ein neuartiges Verbundmaterial mit einer bioaktiven Materialkomposition zur Reparatur und Regeneration von Knochendefekten, bestehend aus einer Faserverstärkung aus biokompatiblen Kieselgelfasern und einem Matrixmaterial auf Basis medizinischer Klebstoffe mit Calcium-, Natrium- und Phosphoranteilen. Die morphologische und mechanische Charakterisierung der gefertigten Strukturen zeigt im Vergleich zu handelsüblichen Knochenersatzmaterialien eine offenporige Struktur und um ein Vielfaches erhöhte Biegesteifigkeiten und Bruchdehnungen. Diese erzielten Materialeigenschaften entsprechen weitestgehend den realen Knochenstrukturen. Frau Böhnke hat mit ihrer herausragenden kreativen wissenschaftlichen Arbeit einen wichtigen maschinenbaulichen Beitrag in den Disziplinen Faserforschung, Additive Fertigung, Faserverbundtechnologien und Medizintechnik geleistet.

Die weiteren Auszeichnungen gingen an Studierende und Wissenschaftler:innen der TU Chemnitz, Hochschule Reutlingen und der RWTH Aachen.



Frau Dipl.-Ing. Philippa Ruth Christine Böhnke im Technikum Bio- und Medizintextilien des ITM der TU Dresden

- **Studierender vom ITM erfolgreich bei der StuFoExpo 2020**

Alexander Busch ist einer von drei Preisträgern der StuFoExpo 2020. Prämiert wurde die Präsentation seiner am ITM angefertigten **Studienarbeit „Entwicklung eines automatisierten Verfahrens zur flexiblen Ablage von Endlosfasern in additiv gefertigten kurzfaserbasierten Zellträgerstrukturen“**. Zur Umsetzung der technologischen Entwicklungen wurden in dieser Arbeit reinraumtaugliche Maschinenkomponenten konzipiert, umgesetzt und erprobt. Mit ihnen wird das Ablegen, Platzieren und Schneiden von Endlosfilamentgarnen in einem in dieser Arbeit entwickelten vollautomatisierten Herstellungsverfahren ermöglicht.

Eine Jury aus Hochschullehrenden, wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen und einem Promotionsstudierenden zeichnete drei Beiträge mit einem Preis über 300,- € aus.



Die Student Research Expo ist eine Ausstellung studentischer Forschungsprojekte, welche vom Zentrum für interdisziplinäres Lernen und Lehren der TU Dresden organisiert wird. Dabei haben alle Teilnehmenden die Chance, ihr Projekt in 90 Sekunden vor Publikum zu pitchten und mit den Besucher:innen in der anschließenden Postersession ins Gespräch zu kommen.

PRÄSENTATIONEN UND TAGUNGSBERICHTE

• CLOTECH 2020 - 13th Joint International Conference

Vom 8. bis zum 11. September 2020 war die Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Yordan Kyosev am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden Gastgeberin der virtuellen Veranstaltung „13. gemeinsame internationale Konferenz Clotech 2020 – mit dem Fokus “Innovative Technologies for Development and Assembling of Functional Textile Products“.

Im Laufe dieser Woche durften wir über 200 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus 25 Ländern begrüßen. Insgesamt wurden 44 hochinteressante Beiträge von weltweit führenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie Unternehmen vorgestellt. Zusätzlich repräsentierten Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler Kurzbeiträge zu aktuellen Forschungsthemen.

Die Beiträge waren aufgeteilt in sechs thematische Gruppen: functional clothing, 3D printing on textiles, smart clothing and sustainability, automation and quality, 3D product development and body scanning und thermophysiological and wearing comfort.



Die Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten ist einzigartig in Deutschland und eine der Führenden weltweit, spezialisiert in der multidisziplinären Entwicklung von funktionellen textilen Produkten.

(Autor: Prof. Dr.-Ing. Yordan Kyosev)



Studio am ITM zur Übertragung der Vorträge und Moderation im Live- und Online-Format

ITM auf den Messen MSE 2020 & CellMAT 2020

Die MSE 2020 fand virtuell vom 22. bis 25. September 2020 statt. Mit mehr als 1.500 Teilnehmenden ist der alle zwei Jahre stattfindende MSE einer der größten englischsprachigen Kongresse auf dem Gebiet der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik in Europa.

Vom 07. bis 09. Oktober 2020 wurde die 6th Cellular Materials CellMAT – International Conference on Cellular Materials – virtuell durchgeführt. Alle zwei Jahre treffen sich hier Expert:innen aus den Bereichen Polymere, Keramik, Glas und Metall aus Industrie, Forschungsinstituten und Hochschulen, die sich mit zellularen Strukturen beschäftigen.

Beide Kongresse wurden von der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e.V. (DGM) organisiert. Neben einem hochkarätigem Konferenzprogramm fand jeweils eine virtuelle Fachmesse statt, an der das ITM als Aussteller präsent war.

Auf beiden Fachmessen offerierte ein Wissenschaftsteam vom ITM anschaulich auf einem Rollup, Flyern und in einem Video das Potenzial der zellularen Metalle. Zellulare Metalle stehen auch am ITM im Fokus zahlreicher Forschungsprojekte. Zellulare Metalle vereinen höchste Designvielfalt und geringe Fertigungskosten konventioneller Metallbearbeitung mit den exzellenten Eigenschaften von marktverfügbaren Sandwichpaneelen und Faserkunststoffver-



Virtueller ITM-Stand auf der MSE 2020 & CellMAT 2020

bunden. Somit bieten diese innovativen Strukturen neue Möglichkeiten für Bauteil- und Produktentwicklungen im Spannungsfeld von Leichtbauanforderungen, Designfreiheit und Ressourceneffizienz. Per Sprach- und Videochats konnten zahlreiche informative Fachgespräche mit Kongressbesucher:innen geführt werden.

Darüber hinaus wurden auf der MSE 2020 den Kongressteilnehmer:innen in einem Symposium aktuelle Forschungshighlights aus dem Graduiertenkolleg 2430 „Interaktive Faser-Elastomer-Verbunde“ vorgestellt. Die Koordination und Organisation dieses Symposiums erfolgte durch das ITM, das für die Gesamtkoordination des GRK 2430 verantwortlich ist.

ANWENDUNG FÜR DEN AUTOMOBILBAU

EXTREM LEICHT UND ROBUST. EIN WERKSTOFF ERWEITERT DIE GRENZEN.

Metall-FVK-Hybrid

SCHICHTVERBUND

Stand der Technik: Organoblech

Zellulare Metalle: Metall-FVK-Hybrid

CELLULAR METALS

WORLD NOVELTY
PATENTED
AWARD-WINNING

LEADING IN FIBRE & TEXTILE TECHNOLOGY
The Research Institute of University of Excellence

Phone: +49 351 463 34408
cellular.metals@tu-dresden.de

→ FÜGETECHNOLOGIEN

Stand der Technik Zellulare Metalle

→ CRASHSTABILITÄT

Stand der Technik Zellulare Metalle

→ GEWICHT

Stand der Technik Zellulare Metalle

→ KOSTEN

Stand der Technik Zellulare Metalle

→ UMFORMBARKEIT

Stand der Technik Zellulare Metalle

→ BRANDSCHUTZ

Stand der Technik Zellulare Metalle

→ RECYCLING

Stand der Technik Zellulare Metalle

→ KOSTEN

Stand der Technik Zellulare Metalle

CELLULAR METALS – DESIGNED FOR YOUR NEEDS

NEHMEN SIE KONTAKT AUF!

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

ITM

ANWENDUNG IN DER LUFTFAHRT

EXTREM LEICHT UND ROBUST. EIN WERKSTOFF ERWEITERT DIE GRENZEN.

Metallsandwich

SCHICHTVERBUND

Stand der Technik: Honeycombsandwich

Zellulare Metalle: Metallsandwich

CELLULAR METALS

WORLD NOVELTY
PATENTED
AWARD-WINNING

LEADING IN FIBRE & TEXTILE TECHNOLOGY
The Research Institute of University of Excellence

Phone: +49 351 463 34408
cellular.metals@tu-dresden.de

→ FÜGETECHNOLOGIEN

Stand der Technik Zellulare Metalle

→ CRASHSTABILITÄT

Stand der Technik Zellulare Metalle

→ GEWICHT

Stand der Technik Zellulare Metalle

→ KOSTEN

Stand der Technik Zellulare Metalle

→ UMFORMBARKEIT

Stand der Technik Zellulare Metalle

→ BRANDSCHUTZ

Stand der Technik Zellulare Metalle

→ RECYCLING

Stand der Technik Zellulare Metalle

→ KOSTEN

Stand der Technik Zellulare Metalle

CELLULAR METALS – DESIGNED FOR YOUR NEEDS

NEHMEN SIE KONTAKT AUF!

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

ITM

- **Online Events im Rahmen des DAAD-Projektes „German-Tunisian Partnership for capacity building in textiles“**

Die Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten des ITM der TU Dresden haben erfolgreich ein Kooperationsprojekt mit der National Engineering School of Monastir (ENIM), Monastir University, Tunisia durchgeführt. Das Projekt „German-Tunisian Partnership for capacity building in textiles“ wurde vom Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) im Rahmen der Programmlinie 2 „Deutsch-Arabische Kurzmaßnahmen in Kooperation mit Hochschulen in den Transformationsländern Tunesien, Marokko, Libyen, Jordanien, Jemen, Libanon und Irak“ vom 01. Juli 2020 bis 31. Dezember 2020 gefördert.

Das ursprüngliche Programm beinhaltete den Austausch von Wissenschaftler:innen zwischen Tunesien und Deutschland. Aufgrund der COVID-19 Situation weltweit wurden die Projektaktivitäten und Maßnahmen in Online-Aktivitäten angepasst. Eine Website für die Präsentation des Projektes (www.tte2020.com) wurde konzipiert, um anschaulich die geplanten Ziele des Projektes darzustellen. Während des Projektlaufzeit nahmen die tunesischen Forscher:innen und Studierenden an der Clotech 2020 Conference & Doctoral School for Innovative Clothing Technology (siehe S. 78), die online stattfanden, teil.



Innerhalb der Projektlaufzeit organisierte das ITM vier Schulungen zu den Themenbereichen:

- 3D-Simulation in Textilien,
- additive Fertigung in Textilien,
- Montagetechnologien in Technischen Textilien und
- thermischer Komfort.

Diese Schulungen wurden von über 240 Teilnehmenden aus Tunesien und Deutschland sehr gut besucht. Die Forschungsergebnisse sowie der aktuelle Stand der Technik wurden mit unseren tunesischen Partnern und Studierenden ausgetauscht, sodass Kenntnisse über Funktionsbekleidung und Technische Textilien erweitert werden konnten.

Darüber hinaus wurden durch das ENIM und ITM fünf Webinare zu den Themen:

- Funktionsbekleidung und thermischer Komfort,
- E-Textilien und intelligente Materialien,
- Medizintextilien,
- 3D-Textilien und Verbundwerkstoffe und
- Design/Simulation Technischer Textilien

organisiert. Mehr als 30 international bekannte Wissenschaftler:innen aus 10 Ländern, darunter USA, Deutschland, Frankreich, Spanien und Pakistan haben ihre neuesten Forschungsarbeiten zu diesen Spezialthemen präsentiert. An diesen Webinaren nahmen über 330 Teilnehmer:innen aus der Forschung und Industrie teil, um die Partnerschaften zwischen den Universitäten und der Wirtschaft zu verbessern.

Spezielle Präsentationen in Webinaren wurden auch für die tunesischen Studierenden gehalten, in denen die DAAD Stipendienmöglichkeiten für unseren Masterstudiengang „Textil- und Konfektionstechnik“ am ITM der TU Dresden vorgestellt wurden. Das Programm wurde mit virtuellen Führungen durch das ENIM und ITM abgerundet, bei denen die zur Verfügung stehenden Forschungsmöglichkeiten virtuell vorgestellt worden sind, um somit ebenso zukünftige Partnerschaften aufzubauen bzw. weiter zu entwickeln.

- **ITM bei der Ausstellung „Textil? Zukunft!“ präsent**

Von Juli bis Dezember 2020 fand im Sächsischen Industriemuseum in Crimmitschau, welches sich in der originalgetreuen historischen Tuchfabrik Gebr. Pfau befindet, die Ausstellung „Textil? Zukunft!“ statt. Die Sonderausstellung und der Schauplatz „TEXTIL-BOOM“ war ein Kooperationsprojekt mit dem Verband der Nord-Ostdeutschen Textil- und Bekleidungsindustrie e.V. und gehörte zu dem vielfältigen Ausstellungsangeboten innerhalb der 4. Sächsischen Landesausstellung 2020 „Boom. 500 Jahre Industriekultur in Sachsen“, die insgesamt sechs Schauplätze in Sachsen angeboten hat.

In der Ausstellung wurden den Besucher:innen mit zahlreichen Exponaten von Firmen und Instituten ein eindrucksvoller Blick in Gegenwart und Zukunft der sächsischen Textilindustrie als innovative Branche geboten. Nach wie vor zählt Sachsen zu den leistungsfähigsten Textilregionen in Europa mit überraschend vielseitigen Produkten. Darüberhinaus gab es für Schulen verschiedene interaktive Mitmachangebote sowie Informationen zu Ausbildungs- und Studienmöglichkeiten.

Das ITM war mit zwei Ausstellungsobjekten präsent. Die Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten offerierte eine neuartige individuelle Orthese, die erstmals im 3D-Direkt-Druck von Endlofasern auf Textil hergestellt wurde. Nach einem Body-Scan wurden die notwendigen stützenden Elemente aus Endlofasern direkt auf das flexible Textil der Orthese 3D-gedruckt. So gelingt eine deutlich verbesserte Passform sowie die schnellere Versorgung von Patienten bzw. Sportlern.

Das Unternehmensnetzwerk für faser- und textilbewehrte Betone texton e.V., bei dem das ITM Mitglied ist, stellte verschiedene textilbewehrte Betonbau-



Individuelle Orthese – erstmals gefertigt im 3D-Direkt-Druck auf Textil; © vti/Konrad Nagel

teile aus, die in Kooperation mit den Netzwerkpartnern gefertigt worden sind. Beim NTRC-Deckenmodell, welches u. a. ausgestellt war, kamen die vom ITM entwickelten textilbewehrten Strukturen zum Einsatz.



Eröffnungsrundgang der „Textilboom“; © vti/Wolfgang Schmidt



NTRC-Deckenmodell; © texton e.V.

VERANSTALTUNGSVORSCHAU

• Aachen-Dresden-Denkendorf International Textile Conference 2021 - DIGITAL aus Stuttgart

Die Aachen-Dresden-Denkendorf International Textile Conference wird in diesem Jahr vom **09. bis 10. November 2021** digital durchgeführt und umfasst **drei parallele Vortragsessions mit über 60 Vorträgen und besonderem Fokus auf industrielle Relevanz zu folgenden Themen:**

- Hochleistungsfasern, Faserverbundwerkstoffe, Funktionalisierung, Medizintechnik und Textilmaschinenbau
- Neue Anwendungen und Märkte
- Green Deal und Kreislaufwirtschaft
- Digitale Transformation
- Transfer von der Idee zur Praxis



Ein Online-Event bietet in der derzeitigen Pandemiesituation viele Vorteile:

- Expert:innen aus aller Welt können teilnehmen – unabhängig von Inzidenzen und Reisebeschränkungen
- Planungssicherheit für Veranstalter, Referent:innen und Teilnehmer:innen
- geringer Zeitaufwand, keine Reisekosten

Online-Anmeldung:

<https://www.additc-2021.com>



Online, November 09-10, 2021

Partnerländer sind in diesem Jahr Portugal und Spanien, die mit mehreren Vorträgen vertreten sein werden. Auch das Netzwerken kommt nicht zu kurz: Es besteht in jeder Pause die Gelegenheit, sich in Diskussionsräumen oder zwanglos im virtuellen Foyer auszutauschen.

Darüber hinaus werden rund 100 wissenschaftliche Poster präsentiert und es gibt eine virtuelle Ausstellung, bei der Sie mit Firmen, Instituten und Verbänden in Kontakt kommen können.

Sie möchten sich bei dem digitalen Event einbringen? Ob mit einem digitalen Ausstellungsstand, einer Anzeige im Book of Abstracts oder mit einem der Sponsoring-Pakete - wir freuen uns auf Ihre Anfrage!

Infos zur Ausstellung:

<https://www.aachen-dresden-denkendorf.de/itc/liste>



Infos zum Sponsoring:

<https://www.aachen-dresden-denkendorf.de/itc/sponsoren>



Für die Organisation der diesjährigen ADD-ITC sind die Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung (DITF) verantwortlich.

Sie können sich jederzeit mit Fragen an das Organisationsteam per Mail: add-itc-2021@ditf.de oder telefonisch: 049 (0)711 9340 505 wenden.

Weiterführende Informationen zur ADD-ITC 2021 finden Sie unter: <https://www.aachen-dresden-denkendorf.de>.

- **International Colloquium on Interactive Fiber Rubber Composites - DIGITAL aus Dresden**

Vom **28.-29. September 2021** findet das „International Colloquium on Interactive Fiber Rubber Composites“ als Online-Event statt.

Renommierte nationale und internationale Expert:innen sowie Nachwuchswissenschaftler:innen werden zur Konferenz ihre neuesten Entwicklungen aus den Bereichen, wie z. B. Materialentwicklung, Modellierung & Simulation, Sensorik & Aktorik, Steuerungs- und Regelungskonzepte, Prüfmethoden für Elastomerverbunde, vorstellen.

Die Konferenz findet im Rahmen des Graduiertenkollegs 2430 „Interaktive Faser-Elastomer-Verbunde“ (I-FEV) statt, in dem eine völlig neue Werkstoffklas-

Programm und Anmeldung:
<https://tu-dresden.de/ing/forschung/graduiertenkollegs/grk2430/colloquium-2021>



se entwickelt wird, bei der Aktoren und Sensoren in flexible Faserverbundwerkstoffe integriert werden. Ziel ist die simulationsgestützte Entwicklung intelligenter Werkstoffkombinationen für sogenannte autarke Faserverbundwerkstoffe. Dabei werden Aktoren und Sensoren in die Strukturen integriert und müssen nicht mehr wie bisher nachträglich platziert werden. So werden die Systeme robuster, komplexe Vorformungsmuster lassen sich an der gewünschten Stelle maßgeschneidert einstellen – und zwar reversibel und berührungslos.



International Colloquium on Interactive Fiber Rubber Composites

+++ SAVE THE DATE +++

September 28-29, 2021

ONLINE EVENT

Organization & Coordination:
 TU Dresden, Institute of Textile Machinery and High Performance Material Technology
 Ms. Dr.-Ing. Cornelia Sennewald
 Tel. +49 351 463 - 34408 | grk2430@mailbox.tu-dresden.de
www.tu-dresden.de/ing/grk2430

Research Training Group 2430 "Interactive Fiber Rubber Composites"

Funded by

DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft
German Research Foundation



INFORMATIONEN AUS DEM ITM

• Neue Mitarbeiter:innen

Seit April 2020 ist **Herr Dirk Willkommen** als technischer Mitarbeiter am ITM in der Forschungsgruppe „Textilchemie/Textilausrüstung sowie Polymer- und Fasertechnologie“ tätig. Der gelernte Verfahrensmechaniker für Kunststoff- und Kautschuktechnik (Fachrichtung Bauteile), mit langjähriger Industrieerfahrung, absolvierte ein berufsbegleitendes Fachschulstudium zum Staatlich geprüften Techniker für Kunststofftechnik. Seine Aufgabenschwerpunkte am ITM sowie im Rahmen des Research Center Carbon Fibers Saxony (RCCF) umfassen die Herstellung von Synthesefasern, die Verarbeitung von polymeren Werkstoffen sowie deren Weiterverarbeitung zu Hochleistungsfaserstoffen.

Seit Juli 2020 ist **Herr Dipl.-Ing. Matthias Overberg** als wissenschaftlicher Mitarbeiter am ITM innerhalb der Forschungsgruppe „Multimaterial-Garnstrukturen für Hightech-Anwendungen“ tätig. Er studierte Maschinenbau an der TU Dresden mit der Vertiefungsrichtung Verarbeitungs- und Textilmaschinenbau und schloss das Studium 2020 erfolgreich ab. Während des Studiums arbeitete Matthias Overberg als studentische Hilfskraft in der Forschungsgruppe „Bio- und Medizintextilien“. Seine Diplomarbeit zum Thema „Konstruktiv-technologische Weiterentwicklung des Elektrospleinverfahrens“ fertigte er am ITM an. Das Tätigkeitsfeld von Matthias Overberg erstreckt sich über die Bearbeitung von verschiedenen Themenstellungen im Bereich der Garnherstellung aus recycelten Carbonfasern.

Herr Dr.-Ing. Tino Kühn ist seit September 2020 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am ITM innerhalb der Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten tätig. Er absolvierte nach einer Klemplerlehre sein Maschinenbaustudium 2003, spezialisierte sich anschließend mit einem Master im Bereich der Elektrotechnik/Automatisierungstechnik und schloss 2019 seine Promotion im Bauwesen ab. Er arbeitete 7 Jahre als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Fraunhofer Gesellschaft im Bereich der Füge-technik/Karosseriebau und anschließend 10 Jahre im Bereich der Kurzzeitdynamik im Bauwesen. Seine Schwerpunkte liegen im Bereich der Werkstoffcharakterisierung, numerische Simulation sowie Mess- und Automatisierungstechnik. Sein derzeitiger Schwerpunkt ist die Erschließung neuer Forschungsfelder im Bereich der Füge- und Montagetechnik. Dr. Kühn strebt eine Habilitation unter Leitung von Prof. Kyosev an.

Frau Imke Wadewitz begann im September 2020 in der Forschungsgruppe „Multiaxialgelege und Textiles Bauen“ ihre Ausbildung zur Produktionsmechanikerin-Textil. Nach ihrem erfolgreichen Realschulabschluss 2019 absolvierte sie ein Jahr im Rahmen des

Bundesfreiwilligendienstes auf Schloss Weesenstein. Für ihre Ausbildung am ITM wünschen wir ihr alles Gute und viel Erfolg!

Herr B. Sc. MBA Dominik Münks ist seit Oktober 2020 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am ITM innerhalb der Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten tätig. Im Jahr 2011 absolvierte Herr Münks an der Hochschule Niederrhein sein Bachelor of Science und war anschließend in der Textilindustrie tätig. Berufsbegleitend studierte Herr Münks im Fernstudium weiter und absolvierte sein Master of Business Administration (MBA) im Jahr 2013. Derzeit strebt er eine Promotion unter der Leitung von Prof. Kyosev an. Sein Schwerpunkt befasst sich mit verschiedenen additiven Fertigungsverfahren in Verbindung mit Textilien.

Herr Dipl.-Ing. Paul Penzel ist seit Oktober 2020 als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe „Multiaxialgelege und Textiles Bauen“ des ITM tätig. Im September 2020 schloss Herr Penzel sein Maschinenbaustudium mit der Vertiefungsrichtung Verarbeitungs- und Textilmaschinenbau an der TU Dresden sehr erfolgreich ab. Während seines Studiums unterstützte er lange Zeit die Forschungsgruppe als studentische Hilfskraft, in der er jetzt als wissenschaftlicher Mitarbeiter aktiv ist. Seine Diplomarbeit erfolgte in Kooperation zwischen dem ITM und dem Textilmaschinenhersteller KARL MAYER. Im Rahmen der Arbeit führte Herr Penzel eine tiefgehende Analyse des Wirkfadenverhaltens zur Verarbeitung variabler Fadendichten zur Gelegeherstellung durch und erarbeitete umfangreiche Lösungskonzepte zur Optimierung der Maschenbildung. Der Schwerpunkt seiner Arbeit am ITM liegt in der Umsetzung einer innovativen Fertigungsprozesskette zur Herstellung von neuartigen, verbundgerecht profilierten Textilbetonbewehrungen mit wesentlich besseren Verbundeigenschaften im Vergleich zu bisher eingesetzten Bewehrungsstrukturen.

Seit Oktober 2020 ist **Herr Dipl.-Ing. Jakob Seidel** als wissenschaftlicher Mitarbeiter am ITM innerhalb der Forschungsgruppe „Multimaterial-Garnstrukturen für Hightech-Anwendungen“ tätig. Er studierte Maschinenbau an der TU Dresden mit der Vertiefungsrichtung Verarbeitungs- und Textilmaschinenbau und schloss das Studium 2020 erfolgreich ab. Während des Studiums arbeitete Jakob Seidel als studentische Hilfskraft in der Forschungsgruppe „Flächenbildungstechnik“. Seine Diplomarbeit zum Thema „Entwicklung einer Methode zur Mineralisierung von Kollagenmultifilamentgarnen“ fertigte er am ITM in der Forschungsgruppe „Bio- und Medizintextilien“ an. Das Tätigkeitsfeld von Jakob Seidel erstreckt sich über die Bearbeitung von verschiedenen Themenfeldern im Bereich der Entwicklung von Garnkonstruktionen für Composites.

• Ausgeschiedene Mitarbeiter:innen

2020 sind folgende Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem ITM ausgeschieden:

- Herr Dr.-Ing. Dustin Ahrendt
- Herr Dr.-Ing. Christian Franz
- Herr Dipl.-Ing. Patrick Sauer
- Herr Dipl.-Ing. Erik Schmidt
- Herr Dipl.-Ing. Reimar Unger

Wir danken allen für ihre geleistete Arbeit und wünschen allen für ihre weitere berufliche und private Zukunft alles Gute und weiterhin viel Erfolg.

• Gastwissenschaftler:innen am ITM

An der Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten waren im Zeitraum von Anfang Oktober 2019 bis Ende März 2020 vier Doktorand:innen mit finanzieller Unterstützung durch den DAAD tätig. Die drei Herren Desalegn, Muktar und Dereje und Frau Tibifez Hailu Nechno wurden von dem „Ethio-German Home Grown PhD Scholarship Programm“ zur Förderung ausgewählt, um deren Doktorarbeiten in Deutschland unter der fachlichen Betreuung von Prof. Kyosev voranzutreiben. Das Programm wurde durch das Ministry of Education (MoE) im Rahmen des Engineering Education Capacity Building Programme (EECBP) ausgeschrieben. Über die Dauer von drei Jahren können äthiopische Promovenden jeweils sechs Monate an einer deutschen Hochschule zu ihrer Dissertation forschen. Die Einreichung und Verteidigung der Promotion erfolgt zum Schluss an der äthiopischen Heimatuniversität. Der DAAD und das MoE finanzieren das Programm jeweils anteilig.

Herr Desalegn Beshaw Agile hat seine Forschung in dem Bereich der Mechanik von geflochtenen und gezwirnten Nähfaden fortgesetzt. Er beschäftigt sich mit Untersuchungen zum Biegeverhalten von Nähfadenmaterialien, insbesondere der Biegung bei sehr kleinen Biegeradien, die auch beim Nähen entstehen. Das Verhalten ist für den Stichbildungsprozess speziell für das Nähen von sensiblen, nicht typischen Nähfadenmaterialien, wie z. B. Multifilamentgarne ohne Drehungen beim Einsatz für Medizinanwendungen, wichtig. Durch das Spreizen der Einzelfilamente bei der Biegung und der dadurch resultierenden unterschiedlichen Schlingenbildung führen solche Materialien zur Störungen beim Nähen und Sticken, was die Qualität und die Produktionsgeschwindigkeit beim Herstellungsprozess deutlich reduziert führt.

Herr Muktar Seid Hussen hat sich dem Prozess des Ultraschallschweißen von textilen Membranen gewidmet. Nach einer umfassenden Literaturrecherche hat er ein breites experimentelles Untersu-

chungsprogramm begonnen, wo er grundlegende Gesetzmäßigkeiten für die Auswahl der Parameter beim Schweißprozess ermittelt. Das Thema ist Teil der fortlaufenden Forschung in der Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten, mit der sich Frau Dr. Kathrin Pietsch und Herr Stefan Rothe u. a. im Rahmen des IGF-Projektes „Entwicklung eines Verfahrens zur zerstörungsfreien Prüfung der Qualität von textilen US-Schweißnähten im Konfektionsprozess“ befassen. Hier soll in Zusammenarbeit mit der Fraunhofer IKTS unter Leitung von Dr. Thomas Herzog eine Möglichkeit für die zerstörungsfreie 100 %-ige Analyse der Qualität der Ultraschweißnähte nach dem Schweißvorgang entwickelt werden. Im IGF-Projekt werden vordergründig fertige Nähte analysiert. Die wissenschaftlichen Arbeiten von Herrn Muktar beinhalten die Erweiterung des Versuchsplanes auf die Betrachtung der Maschinenparameter und des Schweißprozesses selbst, sodass damit die Rückschlüsse auf die Nahtqualität signifikant erweitert werden können.

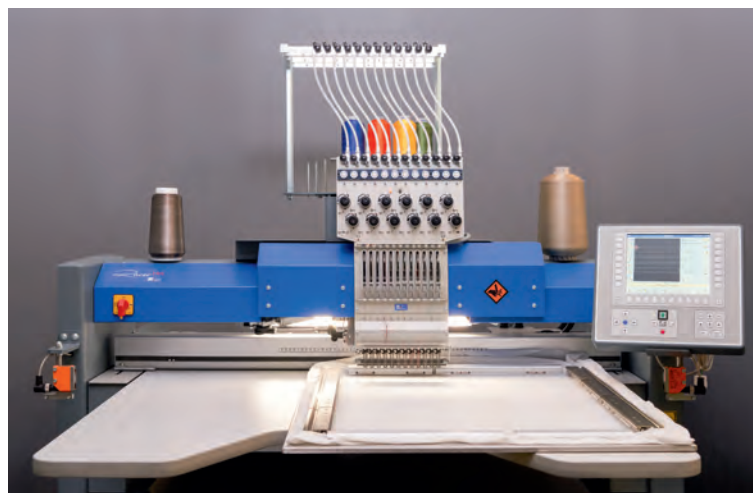
Herr Dereje Berihun Sitotaw hat sich im Rahmen seines Forschungsaufenthaltes mit dem Thema 3D Druck mit endlosverstärkten Materialien auf Textilien und deren Einsatz für Funktionsbekleidung beschäftigt. Unter anderem hat er die bereits laufenden Voruntersuchungen zum möglichen Einsatz für Stichschutzanwendungen an der Professur Montagetechnik fortgesetzt und eine systematische Analyse über den Einfluss der Lagenanordnung, Winkel der einzelnen Lagen und Dicke der 3D Platten auf den Stichwiderstand durchgeführt. Herr Sitotaw wurde durch Herrn Dustin Ahrendt vom ITM fachlich betreut, der sich im Rahmen seiner eigenen Promotion mit der Integration von 3D bedruckten Textilien für Funktionsbekleidung z. B. für den Einsatz in der Orthopädie beschäftigt.

Frau Tibifez Hailu Nechno hat sich der Thematik „Virtuelle 3D-Produktentwicklung“ gewidmet. Unter der Anleitung von Frau Prof. Dr.-Ing. habil. Sybille Krzywinski hat sie erstmals die moderne Software für 2D/3D Schnitterstellung kennengelernt. Damit konnte Frau Nechno mit einer Studie über numerische Untersuchungen zum Einfluss der Materialeigenschaften auf das Drapierverhalten bei der Bekleidung beginnen.

Als Gastwissenschaftlerin weilte ebenso von Anfang Dezember 2019 bis Ende Februar 2020 **Frau B. Sc. Katarzyna Cieśla** von der TU Lodz, Polen im Rahmen des Erasmus-Austauschprogramms an der Professur Montagetechnik für textile Produkte. Während ihres Aufenthaltes hat sie sich intensiv mit der Entwicklung von Bekleidung für schwangeren Frauen mit Hilfe moderner 3D CAD Software beschäftigt. Hierbei hat sie Avatar(innen) in unterschiedlichen Schwangerschaftsmonaten digital erstellt sowie im Anschluss daran die Passform und die optische Darstellung der entwickelten Kleidung bei der veränderten Körpergeometrie analysiert.

• Neue Ausstattung am Institut

Seit März 2020 verfügt das ITM über eine neue **Racer 1W Stickmaschine** der Firma ZSK Stickmaschinen GmbH. Das Besondere an dieser Maschine ist der sehr dünne Freiarm sowie ein höhenverstellbarer Stoffdrucker, die es ermöglichen verschiedenste Geometrien sowie textile Flächen zu besticken. Außerdem können zwölf unterschiedliche Materialien verarbeitet werden. Darüber hinaus ermöglichen Zusatzmodule die Verstickung von besonders groben Materialien sowie die punktuelle Applikation von z. B. elektronischen Komponenten. Diese Maschine entspricht dem neusten Stand der Technik und kann insbesondere für die Verarbeitung von leitfähigen Materialien und Sensoren sowie Aktoren eingesetzt werden.



Racer 1W Stickmaschine



Klimaprüfschrank Typ DY110



Hochfrequenz-Induktionslötgerät - Lötkepf



Mikrowellen-Aufschluss-System MARS 6 iWave

Des Weiteren wurde von der Firma ATT Umweltsimulation GmbH ein **Klimaprüfschrank Typ DY110** angeschafft. Mit diesem Gerät können Klimabedingungen mit Temperaturen zwischen -40 °C bis $+180\text{ °C}$ sowie relative Luftfeuchtigkeitsbereiche zwischen 10 % rel. F. bis 95 % rel. F. simuliert werden. Zusätzlich dazu ist es möglich, die Proben innerhalb der Klimakammer mittels UV-Licht zu belichten. Vielfältige Umwelt- und Klimabedingungen ermöglichen es, die Neuentwicklungen zu charakterisieren und zu evaluieren.

Zur Kontaktierung von leitfähigen textilen Materialien und Sensoren sowie Aktoren ist ein **Hochfrequenz-Induktionslötgerät** angeschafft worden. Dies ermöglicht temperaturempfindliche Materialien, die bei einem Weich- oder Hartlot-Lötprozess sofort zerstört werden, zu verarbeiten.

Die Labore der Forschungsgruppe „Textilausrüstung/Textilchemie“ wurden mit einem Mikrowellen-Aufschluss-System **MARS 6 iWave** von der Firma CEM Corporation zum Säureaufschluss verschiedenster Materialien ausgerüstet. Hierbei handelt

es sich um ein System, das mit Hilfe von Temperatur, Druck und Mikrowellen, eine Probe, die bspw. Säure ausgesetzt ist, aufschließen kann. Materialien, die mit dem System behandelt werden können, sind unter anderem Holz, Biomaterialien, Glas, Gestein, Kunststoff und Metall. Die aufgeschlossenen Proben können mit Hilfe von instrumenteller Analytik, wie der Atomabsorptionsspektroskopie (AAS), quantitativ untersucht werden, wodurch Rückschlüsse auf Elementkonzentrationen in der Probe gezogen werden können.

Die Professur für Entwicklung und Montage von textilen Produkten am ITM erweiterte mit der Installation des **4D Scanners Move4D** ihre hochmoderne CAE-Infrastruktur. Der am IBV – Instituto de Biomecánica, Spanien entwickelte High-Speed 4D Scanner steht zukünftig den Wissenschaftler:innen zur Lösung innovativer Forschungsprojekte rund um den Menschen und dessen Kleidung zur Verfügung. Der Hochgeschwindigkeits-Scanner kann den kompletten Körper mit 180 Hz und einer Genauigkeit $< 1\text{ mm}$ aufnehmen. Dies ermöglicht eine höchst präzise Analyse der Interaktion zwischen Körper

und Textil sowie der Deformationen bei Bewegungen. Mit dem Move4D können dynamische Prozesse sehr schnell erfasst und analysiert werden. Dadurch sind die Wissenschaftler:innen der Professur in der Lage, einen signifikanten Beitrag zur Verbesserung von Funktions- (u. a. für den Sport- und Medizinbereich) und Schutzkleidung zu leisten. Mit dem High-Speed 4D Scanner und den bereits vorhandenen drei 3D Scannern ist das neue Dresdner „**3D&4D Scan Lab**“ der Professur für die statische und dynamische Erfassung kleinerer und mittlerer Objektgrößen hervorragend ausgestattet. Das Team von Professor Kyosev ist mit 17 Wissenschaftler:innen eines der weltweit führenden Entwicklungsteams in dem Bereich der Produktentwicklung für Bekleidung und technischen Produkte und wird seine Kompetenzen künftig auch in dem Bereich der Erarbeitung von Materialmodellen für textilen Stoffe erweitern.

Die Forschungsgruppe „Multiaxialgelege und Textiles Bauen“ verfügt seit Anfang 2020 über eine im Rahmen des BMBF-Projektes C³-Carbon Concrete Composite beschaffte und am ITM entwickelte **Laboranlage zur Fertigung von profilierten Carbonpolymergarnen**. Die damit herstellbaren Carbongarne verfügen im Gegensatz zu den bisher eingesetzten glatten Rovings über eine innovative und patentierte Tetraederform. Dabei erfolgt die Umformung der Carbonrovings unter der Prämisse eines schädigungsfreien, längengerechten Verlaufs aller Filamente zum Erhalt der hohen Carbongarnefestigkeit. Diese Bedingung wird durch eine Tetraeder-Profilierung erreicht. Weiterhin zeichnet sich das Verfahren durch eine gleichmäßige Umorientierung aller Filamente sowie einer vollständigen Durchtränkung des gesamten Faserquerschnittes aus. Aufgrund der innovativen Profilierung und den daraus resultierenden Formschlusseffekten wird eine signifikante Verbesserung der Übertragung von Verbundkräften zwischen dem Roving und der Betonmatrix unter Beibehaltung der hohen zugmechanischen Eigenschaften ermöglicht. Die Umsetzung der automa-



Feierliche Einweihung des 4D Scanners Move4D mit der Übergabe des Kalibrierungszepters für das System von dem Entwicklerteam Daniel Gomez (re.) und Carme Gimeno (2.v.re.) vom IBV an Prof. Dr.-Ing. habil. Yordan Kyosev (Mitte), Inhaber der Professur, zusammen mit Prof. Dr.-Ing. habil. Chokri Cherif (2.v.li.), Institutsdirektor des ITM und Prof. Dr.-Ing. habil. Sybille Krzywinski (li.), wissenschaftliche Leiterin der Professur

tisierten Anlagentechnik zur kontinuierlichen Herstellung von profilierten Carbongarne mit einer hohen reproduzierbaren Qualität trägt somit einen wesentlichen Teil zur Entwicklung von extrem belastbaren Textilbetonstrukturen mit deutlich besseren Verbundeigenschaften bei. Die erfolgreiche und zukunftsweisende Entwicklung der Laboranlage zur Fertigung profilierter Carbonpolymergarne verdeutlicht die international anerkannte Stellung des ITM bei der Erforschung und Umsetzung von innovativen, textilbasierten Maschinentechologien.

Wir danken dem Fördermittelgeber BMBF für die finanzielle Unterstützung zur Beschaffung der Laboranlage.



Darstellung des Carbonpolymergarne mit Tetraeder-Profilierung

Laboranlage zur Fertigung von verbundgerecht profilierten Carbonpolymergarnen

• Institutsbesichtigungen am ITM

Aufgrund der coronabedingten Einschränkungen fanden 2020 Besichtigungen leider nur sehr eingeschränkt statt. Jedoch begrüßten wir unter Einhaltung der jeweiligen gültigen Hygieneauflagen mehrere Drehteams, die Fernseh- und Videobeiträge zu unseren Forschungsaktivitäten aufgenommen haben, worüber zusätzlich an dieser Stelle exemplarisch zurückgeblickt wird.

Der C³ - Carbon Concrete Composite e.V. und das ITM begrüßten im August ein **Filmteam von Pro7** im Otto-Mohr-Laboratorium des Instituts für Massibau der TU Dresden sowie in der Textilmaschinenhalle des ITM in Dresden-Dobritz. Herr Dr. Frank Schladitz vom C³-Team und Herr Dr. Lars Hahn vom ITM zeigten dem Reporter Jan Stremmel für die Galileo Sendung „So geht bauen 2.0“ anschaulich die gesamte Prozesskette zur Herstellung von Carbonbeton.



Herr Dr.-Ing. Lars Hahn erklärt dem Galileo-Redaktionsteam die Fertigung und Vorteile der textilen Bewehrungsstrukturen für Carbonbeton

Link zum Fernsehbeitrag:

<https://www.prosieben.de/tv/galileo/videos/277-diens-tag-so-geht-bauen-2-0-ganze-folge>



Unser Beitrag über den innovativen Baustoff „Carbonbeton“ ist ab Sendeminute 15:47 zu sehen.

An dieser Stelle gratulieren wir noch einmal der Dresdner Gardinen- und Spitzenmanufaktur M. & S. Schröder GmbH & Co. KG, die am 14. Oktober mit der Umweltallianzsurkunde ausgezeichnet worden ist. Gemeinsam besichtigten Staatsminister Wolfram Günther vom Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft sowie IHK-Vize-Präsident Daniel Senf nach der Verleihung die Textilmaschinenhalle des ITM in Dresden-Dobritz, die sich auf dem Gelände der Dresdner Spitzen befindet. Frau Dr. Iris Krupke stellte dem Besuch unsere vielfältigen Maschinentechiken und Forschungskompetenzen vor.



Im Oktober 2020 wurden am ITM-Standort Dresden-Dobritz verschiedene 360° Aufnahmen für das Projekt „Visit Saxony's Textile Hub“ erstellt, welches von der Wirtschaftsförderung Sachsen organisiert wurde. Diese Plattform bietet kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) & Instituten aus Sachsen die Chance, neue Zielmärkte zu erschließen, konkretes Absatzpotenzial und Kooperationsabsichten zu verwirklichen. Mit diesem Projekt bietet die WFS der sächsischen Textilindustrie einen virtuellen Vertriebskanal über eine Matching- / Eventplattform.



Erkunden Sie auf einer virtuellen Tour unsere Textilmaschinenhalle in Dresden-Dobritz. Wir freuen uns auf Ihre Anfragen!

Link zur virtuellen Tour am ITM:

http://saxlink.de/BBA-Ansicht_ITM_Dresden



Als Finalisten des Otto von Guericke-Preises der AiF e.V. 2020 haben Ronny Brünler und Phillip Schegner vom ITM der Technische Universität Dresden mit ihren entwickelten maßgeschneiderten textilen Herzklappenprothesen auch beim MDR großes Interesse geweckt.



Am 27. November wurde der am ITM gedrehte Beitrag beim MDR ausgestrahlt. Hier stellte Dr. Brünler dem MDR-Moderator in unserer Textilmaschinenhalle sowie im Reinraumlabor am Standort Dresden-Dobritz aktuelle Aktivitäten am ITM im Bereich faserbasierter Bio- und Medizintextilien vor.



Weitere Fernsehbeiträge für die ARD und MDR zu dieser Thematik folgten in 2021.

• Dienstjubiläen

40 Jahre

- Frau Prof. Dr.-Ing. habil. Sybille Krzywinski (Februar 2020)

25 Jahre

- Frau Martina Dziewiencki (Januar 2020)
- Herr Robert Berndt (August 2020)

Allen genannten Jubilar:innen herzlichen Glückwunsch!

- **Informationen des Wissenschaftlichen Beirates des Institutes für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik**

Die 31. Jahressitzung des Wissenschaftlichen Beirates des ITM fand am 04. Juni 2020 statt.

Aufgrund der CORONA-Pandemie wurde diese Veranstaltung erstmalig online als Videokonferenz durchgeführt. Leider konnte aufgrund der bestehenden Einschränkungen am Vorabend nicht die traditionelle Auftaktveranstaltung mit Mitgliedern des Wissenschaftlichen Beirates sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des ITM stattfinden.

Nach der Begrüßung und der regulären Protokollkontrolle dankte Herr Professor Cherif zu Beginn der 31. Jahressitzung den Mitgliedern des Wissenschaftlichen Beirates für die Unterstützung, gerade in den besonderen Zeiten, in der Forschung, insbesondere bei den IGF-Vorhaben, sowie auch für die Unterstützung in der Lehrausbildung. Anschließend informierte er ausführlich über aktuelle Arbeiten des ITM in Forschung und Lehre. Besonders hob Herr Professor Cherif die Großprojekte LEISTUNGSZENTRUM „SMART PRODUCTION AND MATERIALS“ und SONDERFORSCHUNGSBEREICH TRANSREGIO 280 „Konstruktionsstrategien für materialminimierte Carbonbetonstrukturen“ vor und umreiste die Aktivitäten des ITM in diesen Projekten.

Anschließend wurden personelle Änderungen im Wissenschaftlichen Beirat, basierend auf innerbetrieblichen Veränderungen der Mitgliedsorganisationen, bekannt gegeben:

- ZSK Stickmaschinen GmbH
Verabschiedung: Herr Sobizack
neue Ansprechpartnerin: **Frau Melanie Hörr**

Im Namen des ITM und des Vorstandes des Wissenschaftlichen Beirates dankten Herr Professor Cherif und Herr Doktor Sandler Herrn Sobizack für seine aktive Mitwirkung im Wissenschaftlichen Beirat und somit für die Unterstützung des ITM in der Forschung.

Frau Melanie Hörr wurde mit folgender Kurz-Vita vorgestellt. Frau Melanie Hörr studierte Maschinenbau an der RWTH Aachen. Danach ging sie an das Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen, wo sie in der Abteilung Smart Textiles & Funktionalisierung als wissenschaftliche Mitarbeiterin arbeitete und 2,5 Jahre diese Abteilung leitete. Ihr Forschungsschwerpunkt war die technische Stickerei, insbesondere im Bereich der E- & Smart Textiles. Nach einem mehrmonatigen Aufenthalt bei Microsoft in Seattle (USA), wo Frau Hörr die Sticktechnologie einführte, entschied sie sich nach Deutschland zurückzukehren. Seit Juni 2016 ist sie Leiterin der Abteilung „Technical Embroidery Applications“ der ZSK Stickmaschinen GmbH, die Kunden bei ihrer Produkt-

entwicklung auf ZSK Stickmaschinen unterstützt und neue Anwendungsmöglichkeiten der technischen Stickerei erforscht. Aufgrund ihres wissenschaftlichen Backgrounds betreut Frau Hörr alle Kunden der Wissenschafts- und Bildungseinrichtungen.

Frau Hörr als neues Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat wird durch den anwesenden Vorstand bestätigt.

Mit digitalisierten Kurzvorträgen von wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wurden neun Projektideen im Normalverfahren mit Laufzeitbeginn ab dem Jahr 2022 den Mitgliedern des Wissenschaftlichen Beirates vorgestellt. Weiterhin wurden vier branchenübergreifende Vorschläge und ein CORNET-Vorschlag online präsentiert.

Die Erörterung der Projektideen wurde mit den wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen und Professor Cherif online in einer Hybridvariante durchgeführt. Damit konnten intensive fachliche Diskussionen zwischen den Mitgliedern des Wissenschaftlichen Beirates und den Wissenschaftler:innen des ITM geführt werden. Es wurden wertvolle Hinweise für die Antragsausarbeitung gegeben, wodurch das Niveau der Anträge aufgewertet wurde.

Es wurde festgehalten, dass acht Projektideen als wichtig und bearbeitungswürdig einzustufen sind. Die festgelegte Prioritätenliste der vorgestellten Projekte für das Normalverfahren gibt bedeutende Hinweise auf die Relevanz für KMU. Es können im Jahr 2021 Forschungsanträge im Normalverfahren im Umfang von ca. 2 Mio. EUR eingereicht werden. Entsprechend der Regelungen beim Forschungskuratorium Textil e. V. wird das ITM insgesamt drei Projekte einreichen, die als branchenübergreifende und interdisziplinäre Vorhaben eingestuft werden bzw. CORNET-Vorhaben sind.

Allen Mitgliedern des Wissenschaftlichen Beirates des ITM sei an dieser Stelle für ihr Engagement und ihre unterstützenden Aktivitäten hinsichtlich Forschung und Lehre am ITM ganz herzlich gedankt. Trotz der Umstände war die online Sitzung des Wissenschaftlichen Beirates eine gelungene Veranstaltung, wobei alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des ITM den direkten Kontakt und die bilateralen Gespräche bei Kaffee und Wasser mit den Mitgliedern sehr vermisst haben.

Allen Mitgliedern des Wissenschaftlichen Beirates des ITM sei an dieser Stelle für ihr Engagement und ihre unterstützenden Aktivitäten hinsichtlich Forschung und Lehre am ITM ganz herzlich gedankt.

(Autorin: Dr.-Ing. Christiane Freudenberg)

• Informationen des Freundes- und Förderkreises des ITM der Technischen Universität Dresden e.V.

Die jährliche Mitgliederversammlung des Freundes- und Förderkreises des ITM der Technischen Universität Dresden e.V. fand am 15. Juli 2020 aufgrund der Corona-Pandemie virtuell statt. Der Verein hat zum heutigen Zeitpunkt 70 Mitglieder (48 Personen, 22 Unternehmen/Institute).



Vorstand des Freundes- und Förderkreises des ITM der TU Dresden e.V.: Gert Bauer, Dr.-Ing. Dilbar Aibibu, Prof. Dr.-Ing. habil. Chokri Cherif; v.l.n.r.

Der Vorstandsvorsitzender Herr Gert Bauer informierte die Mitglieder über die Aktivitäten des Freundes- und Förderkreises im Bereich der wissenschaftlichen Veranstaltungen/Weiterbildungen, der Förderung der Aus- und Weiterbildung von Studierenden und jungen Wissenschaftler:innen sowie bei der Öffentlichkeitsarbeit des Instituts auf virtuellen Messen und Tagungen. Anschließend erläuterte die Geschäftsführerin Frau Dr. Dilbar Aibibu die Jahresrechnung 2019 und den darauf begründeten Rücklagenbeschluss des Vorstandes zur Verwendung der Mittel im Jahre 2020.

Infos zur Mitgliedschaft

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des ITM hoffen sehr, dass wir Sie mit unserem Jahresrückblick 2020 von unseren vielseitigen Innovationsstärken, überzeugt haben.

Zur Förderung unserer kontinuierlichen Aktivitäten in der Forschung und insbesondere Lehre (Ingenieurausbildung) freuen wir uns jederzeit über neue Mitglieder in unserem Freundes- und Förderkreis des ITM der TU Dresden e. V.

Mit einer Mitgliedschaft leisten Sie einen wichtigen Beitrag zur Stärkung unserer Hauptaufgaben in der Lehre und Forschung am ITM. Die Mitgliedsgebühren betragen:

Der Revisionsbericht der Rechnungsprüfer Dr.-Ing. Wolfgang Trümper (TU Dresden) und Dr. Jürgen Tröltzsch (KARL MAYER Technische Textilien GmbH) wurde ohne Einwände entgegengenommen. Somit konnte der Vorstand für die Abrechnungsperiode entlastet werden.

Für das Jahr 2020 sind inzwischen alle Beiträge pünktlich eingegangen. Aus Spendenmitteln des Vereins konnten insbesondere Fachzeitschriften/Fachliteratur, Mitgliedsbeiträge in Verbänden und die Organisation von Veranstaltungen finanziert sowie vielfältige Aktionen zur Studierendenwerbung durchgeführt werden.

Allen **Unternehmen** und **Personen**, die den Verein und damit das Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik in Forschung und wissenschaftlicher Ausbildung durch Beiträge, Spenden und Zuschüsse im Sinne des Vereinszwecks unterstützten, spricht der Vorstand seinen Dank aus. Wir wünschen unseren Mitgliedern in diesen ungewöhnlichen schwierigen Zeiten beste Gesundheit und Durchsetzungskraft, um gemeinsam die Pandemie zu überstehen.

(Autorin: Dr.-Ing. Dilbar Aibibu)

Natürliche Personen

- Studierende: 5 EUR
- Mitarbeiter:innen, Doktorand:innen, Absolvent:innen und Hochschullehrende der TU Dresden: 20 EUR
- Sonstige Personen: 25 EUR

Juristische Personen, Personengemeinschaften, Firmen

- bis 500 Mitglieder: 150 EUR
- über 500 Mitglieder: 250 EUR

Bei Interesse an einer Mitgliedschaft können Sie uns gern per Mail oder telefonisch (Kontakt-daten siehe 3. Umschlagseite) kontaktieren.

Link zum Mitgliedsantrag:

<https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/itm/das-institut/gremien-und-beauftragte/ffk>



PRESSE (AUSZUG)

- Artikel zu „3D gestrickte Mundschutzmasken“

Aus: Technische Textilien (2020)02, S. 60

ITM

3D gestrickte Mundschutzmasken ohne Konfektionsaufwand

Am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden wurde ein schnelles Verfahren zur Fertigung neuartiger textiler, 3D gestrickter Mund-Nasen-Masken entwickelt. Bei dieser kann auf einen zusätzlichen Konfektionsaufwand verzichtet werden: Die Masken sind sofort einsatzfähig. Sie bestehen aus einer Baumwolle-/Elastanmischung, sind mehrmals verwendbar und wasch- sowie trocknergeeignet. Darüber hinaus können in eine integrierte Tasche zusätzliche Filterstrukturen eingesetzt werden.

Zur Herstellung kam am ITM die Flachstrickmaschine SWG 091N von Shima Seiki Mfg., Ltd., Wakayama/Japan, zum Einsatz. Auch auf der Flachstrickmaschine ADF 530-32 BW der H. Stoll AG & Co. KG, Reutlingen, wurden weitere Varianten neuartiger, textiler 3D-gestrickter Mund-Nasen-Masken umgesetzt. Mittels weiterer anforderungsgerechter Materialkombinationen können auch spezifische Eigenschaften, wie z.B. Atmungsaktivität, Tragekomfort und Hautverträglichkeit, gezielt eingestellt werden.

Zudem steht das ITM mit mehreren Industriepartnern in Kontakt, um die Technologie zur Fertigung von textilen 3D-gestrickten Masken schnell in die Serienproduktion zu überführen und darüber hinaus auch zeitnah zugelassene Schutzmasken nach den geltenden Standards bzw. Richtlinien anzubieten.

Aus: Melliand Newsletter (03.04.2020)

ITM: 3D gestrickte Mundschutzmasken ohne Konfektionsaufwand



Am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden wurde ein schnelles Verfahren zur Fertigung einer neuartigen textilen, 3D gestrickten Mund-Nasen-Maske entwickelt. Bei dieser kann auf einen zusätzlichen Konfektionsaufwand verzichtet werden: Die Maske ist sofort einsatzfähig.

Sie besteht aus einer Baumwolle-/Elastanmischung, ist mehrmals verwendbar und ist wasch- sowie trocknergeeignet. Darüber hinaus können in eine integrierte Tasche zusätzliche Filterstrukturen eingesetzt werden.

Zur Herstellung kam am ITM die Flachstrickmaschine SWG 091N von Shima Seiki Mfg., Ltd., Wakayama/Japan, zum Einsatz. Nun arbeitet das Institut an den technischen Voraussetzungen, um die 3D gestrickten Masken schnell in Serienproduktion herstellen zu können.

Das Produkt soll zeitnah auch als zugelassene Schutzmaske angeboten werden können, sobald die dafür geltenden Richtlinien umgesetzt werden.

weitere Presseinfos:

TU Dresden entwickelt Strick-Maske gegen Corona. <https://www.dnn.de/Dresden/Lokales/TU-Dresden-entwickelt-Strick-Maske-gegen-Corona> (02.04.2020)

ITM: 3D gestrickte Mundschutzmasken ohne Konfektionsaufwand. <https://textinatio-n.de/de/textile-technology/news/79/21706> (09.04.2020)

TU Dresden präsentiert textile 3D-gestrickte Mund-Nasen-Masken. <https://textinatio-n.de/de/news/entry/tu-dresden-praesentiert-textile-3d-gestrickte-mund-nasen-masken> (21.04.2020)

Anforderungs- und passformgerechte textile 3D-gestrickte Mund-Nasen-Masken. <https://ft-online.net/index.php?show=news&id=12710&newshow=chj> (21.04.2020)

Aus: <https://oiger.de/2020/03/31/textilforscher-entwickeln-strick-schutzmaske-gegen-corona/174406> (31.03.2020)

FORSCHUNG, MEDIZIN & BIOTECH, NEWS, ZAUF

Freigegeben am 31. März 2020

Textilforscher entwickeln Strick-Schutzmaske gegen Corona

von Heiko Weckbrodt



3D gestrickte Mund-Nasen-Maske – entwickelt und hergestellt an der TU Dresden während des Stillestands. Foto: Mirko Kretzschmar für das ITM der TU Dresden

Nun verhandeln die TU-Wissenschaftler über eine Serienproduktion

Dresden, 31. März 2020. Textilforscher der TU Dresden haben während des Corona-Stillestands an der Uni eine Mundschutzmaske entwickelt, die in einem Stück gestrickt werden kann und nicht erst zugeschnitten und genäht werden muss. Das hat das Dresdner „Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik“ (ITM) mitgeteilt.

Als Beitrag zur Volksgesundheit gedacht

„Als eines der weltweit führenden Textilforschungsinstitute möchten wir mit dieser Entwicklung unseren eigenen gesellschaftlichen Beitrag für die Gesundheit der Bevölkerung in dieser momentan schwierigen Zeit leisten“, betonte Institutsleiter Professor Chokri Cherif.



Prof. Chokri Cherif. Foto: ITM

Industriepartner sollen Massenfertigung übernehmen

Das ITM verhandelt nun mit Industriepartnern, um eine Serienproduktion der 3D gestrickten Masken anzukurbeln, erklärte der Professor. Ziel sei es, die Innovation rasch als „zugelassene Schutzmaske nach den hierfür geltenden Verordnungen und Richtlinien anzubieten“. Im Labormasstab brauchen die Forscher pro Maske zehn Strick-Minuten. Wenn die Strickmaschinen auf Industriemaschinen hochgestellt werden, wäre eine weit höhere Produktionsrate möglich. Die Textilfirma „Strickchick GmbH“ aus Apolda beispielsweise sei ein langjähriger Partner des ITM und habe „bereits ihr Interesse und Unterstützung bei einer etwaigen Umsetzung bekundet“, teilte ITM-Forschungsgruppenleiter Eric Hähntzsch mit.



Die gestrickte Mund-Nasen-Maske der TU Dresden hat eine Tasche für Zusatzfilter. Foto: Mirko Kretzschmar für das ITM der TU Dresden

Institut verspricht: Maske kann gewaschen und wiederverwendet werden

Den Prototyp haben die TU-Wissenschaftler gemeinsam mit weiteren Partnern an einer Flachstrickmaschine des japanischen Unternehmens „Shima Seiki“ gestrickt. Die Maske bedeckt Mund und Nase des Trägers. Zusätzlich habe sie eine Tasche, in die Zusatzfilter eingelegt werden können, erklärte Prof. Cherif. Die wiederverwendbare Maske bestehe aus Baumwolle und Elasthan und sei sowohl für Waschmaschinen wie auch Trockner geeignet. Anders als die aus Vliesstoffen gefertigten klassischen Mundmasken vertragen die Strickmasken auch eine Kochwäsche, betonte Eric Hähntzsch.

Autor: Oiger

Quelle: ITM der TU Dresden

- Artikel zur „High-Speed 4D Scanner am ITM“

Aus: <https://www.texdata.com/news/26.Infoletter/14044.html> (07.12.2020)

2020-12-07

High-Speed 4D Scanner now available at the ITM of TU Dresden



Grand opening of the 4D scanner Move4D: System developers Daniel Gomez (right) and Carmen Gimeno (second f.r.) from IBV hand over the calibration scepter to Prof. Dr.-Ing. habil. Yordan Kyosev (middle), Head of the Chair of Assembly Technology for Textile Products, together with Prof. Dr.-Ing. habil. Chokri Cherif (second f.l.), Head of the ITM, and Prof. Dr.-Ing. habil. Sybille Krzywinski (left), Scientific Director of the chair © ITM/TU Dresden

A Move4D scanner is the latest addition to the state-of-the-art CAE infrastructure at the Chair of Assembly Technology for Textile Products at the ITM – this comes as an early Christmas surprise that has been eagerly awaited by the researchers.

The high-speed 4D scanner was developed at the IBV - Instituto de Biomecánica, Spain, and will be a valuable tool for future research projects involving interactions of humans and their clothing. Professor Yordan Kyosev, Head of the Chair of Assembly Technology for Textile Products, is just as excited as his team of researchers about the arrival of the new Move4D scanner. "By means of this scanner, we will be able to strengthen and extend our leading global position in digitalization and virtual product development for tight clothing in high-tech applications," says Professor Kyosev who is looking forward to new co-operations in this promising field of research.

This high-speed scanner is able to capture an entire body with 180 Hz and a precision of < 1mm, thus guaranteeing the precise analysis of interactions between body and textile as well as deformation during motion. The Move4D can record and analyze dynamic processes at a very high speed. Hence, this device will enable researchers to make significant contributions towards enhanced functional (e.g. for the sports and medical sector) and protective clothing.

Together with three already available 3D scanners, this high-speed 4D scanner represents Dresden's new „3D&4D Scan Lab“ at the Chair of Assembly Technology for Textile Products for the static and dynamic recording of small and medium-sized objects. Professor Kyosev and his team of 17 researchers are among the world's leading R&D experts for clothing and technical products who will continue to expand their expertise in the field of material modelling for textile materials.

weitere Presseinfos:

High-Speed 4D Scanner am ITM der TU Dresden in Betrieb genommen. <https://textination.de/de/news/entry/high-speed-4d-scanner-am-itm-der-tu-dresden-in-betrieb-genommen> (07.12.2020)

High-Speed 4D Scanner now available at the ITM of TU Dresden. <https://textination.de/en/news/entry/high-speed-4d-scanner-now-available-at-the-itm-of-tu-dresden> (07.12.2020)

ITM: High-Speed 4D Scanner analysiert Interaktion zwischen Körper und Textil. <https://textination.de/de/textile-technology/news/79/23158> (09.12.2020)

ITM: 4D scanner analyses interactions between body and textile. <https://textination.de/en/textile-technology/news/79/23162> (09.12.2020)

High-Speed 4D-Scanner analysiert Interaktion zwischen Körper und Textil. Technische Textilien (2021)01, S. 7

Analysis of interactions between body and textile with 4D scanner. Technical Textiles Textilien (2021)01, S. E5

• Artikel zu „VDMA-Kreativitätspreis für Philippa Ruth Christine Böhnke“

Junge Wissenschaftlerin des ITM der TU Dresden erhielt VDMA-Preis für neuartiges Knochenimplantat

7. Dezember 2020



Dipl.-Ing. Philippa Ruth Christine Böhnke im Bio- und Medizintextilien-Technikum des ITM. Foto: ITM

Dipl.-Ing. Philippa Ruth Christine Böhnke vom Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden hat am 2. Dez. den mit 3.000 EUR dotierten Kreativitätspreis des Deutschen Textilmaschinenbaus 2020 (online) verliehen bekommen. Die Walter-Reiners-Stiftung des VDMA, Fachverband Textilmaschinen, würdigte damit die exzellente Studienarbeit der Nachwuchswissenschaftlerin zum Thema „Entwicklung von additiv gefertigten Verbund-Implantaten aus Kieselgelfasern und medizinischen Klebstoffen für die Knochenregeneration“.

Die Geehrte hatte ein neuartiges Verbundmaterial zur Reparatur und Regeneration von Knochendefekten entwickelt. Im Unterschied zu bislang verwendeten Knochenersatzmaterialien zeigt es eine offenporige Struktur sowie um vielfach bessere Biegesteifigkeiten und Bruchdehnungen. Diese Materialeigenschaften entsprechen weitestgehend den realen Knochenstrukturen.

Aus: <https://www.vti-online.de/aktuelles/junge-wissenschaftlerin-des-itm-der-tu-dresden-erhielt-vdma-preis-fuer-neuartiges-knochenimplantat> (07.12.2020)

VDMA

Auszeichnung für 6 Nachwuchssingenieure

Am 2. Dezember 2020 zeichnete *Peter D. Dornier*, Mitglied des Vorstands im Fachverband Textilmaschinen des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA), Frankfurt/M., und Vorsitzender der Walter Reiners-Stiftung des VDMA 6 Nachwuchskräfte mit dem Förderpreis des deutschen Textilmaschinenbaus aus. Der VDMA würdigte die Leistungen von Nachwuchssingenieuren in den Kategorien Bachelor, Master/Diplom und Dissertation mit einem Preisgeld von jeweils 3.000 €, 3.500 € und 5.000 €.

Die Kreativitätspreise für Bachelor- oder Projektarbeit gingen an *Philippa Böhnke* (Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden) für Verbund-Implantate zur Reparatur und Regeneration von Knochendefekten und *Juan Carlos Arañó Romero* (Institut für Textiltechnik Aachen (ITA) der RWTH Aachen University) für eine Spinnanlage,

die Fasern direkt aus auf dem Mond vorhandenen Rohstoffen gewinnen kann.

2 Förderpreise in der Kategorie Master wurden an *Harry Lucas* (TU Chemnitz) für die Entwicklung eines neuen Strickkopfes für Jacquard-Gestricke und *Maximilian Speiser* (Hochschule Reutlingen) für Lösungen zur Steigerung der Energieeffizienz im Vliesprozess verliehen.

Des Weiteren gingen 2 Förderpreise des Deutschen Textilmaschinenbaus in der Kategorie Dissertation an *Dr. Frederik Cloppenburg* (ITA Aachen) für die Entwicklung eines Modells zur Optimierung von Vliesstoffkrepeln und *Dr. Annett Schmieder* (TU Chemnitz) für ein System der Schadensanalyse von Faserteilen.

Die Preisverleihung der Walter Reiners-Stiftung fand aufgrund der Coronapandemie erstmals online statt.



Aus: *Technische Textilien* (2021)01, S. 9

weitere Presseinfos:

VDMA-Kreativitätspreis für ITM Nachwuchswissenschaftlerin.

<https://textination.de/de/news/entry/vdma-kreativitaetspreis-fuer-itm-nachwuchswissenschaftlerin> (02.12.2020)

ITM: VDMA-Kreativitätspreis für Philippa Ruth Christine Böhnke.

<https://textination.de/de/textile-technology/news/79/23116> (03.12.2020)

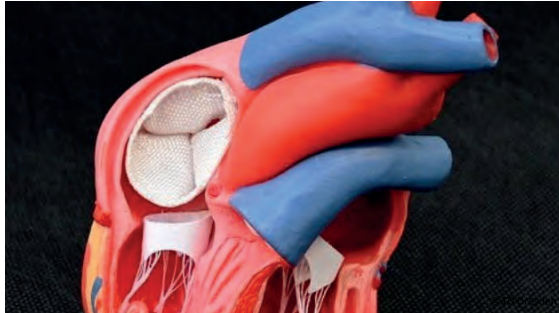
Awards for 6 young talents in engineering.

Technical Textiles (2021)01, S. E8

Implantate & Prothesen

Maßgeschneiderte Implantate aus der Webmaschine

17. Dezember 2020, 08:30 Uhr | TU Dresden



Webtechnisch gefertigte Herzklappenprothesen (weiß)

Prozesskette zur Fertigung nahtloser 3D-Webstrukturen

Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems sind nach wie vor die häufigste Todesursache in Deutschland. So können beispielsweise Aneurysmen, also ballonartige Ausstülpungen von Blutgefäßen, reißen und Schlaganfälle verursachen. Man behandelt Aneurysmen mit künstlichen Blutgefäßen aus Kunststoff in Assoziation mit stabilisierenden Drahtstrukturen. Diese so genannten Stentgrafts werden fast vollständig in Handarbeit gefertigt; ihre Herstellung ist zeitlich aufwändig und teuer. Auch biologische Herzklappen vom Schwein oder Rind werden von Hand mit rund 1.200 Stichen auf eine Trägerstruktur aufgenäht. Dabei muss ein einzelner Stich häufig minutenlang unter der Lupe oder sogar unter dem Mikroskop vorgeplant werden.

Ein Team der Technischen Universität Dresden hat jetzt im Rahmen eines Projekts der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) eine Alternative zu den bisherigen Standardmethoden entwickelt. Die beiden Diplomingenieure Dr. Ronny Brünler und Philipp Schegner lassen passgenaue Implantate für Patienten von Webmaschinen herstellen. Die von ihnen umgesetzte Prozesskette ist voll digital, automatisiert und schnell und verursacht nur einen Bruchteil der bisherigen Herstellungskosten.

Vom 3D-Modell zum maschinenlesbaren Code

Die Ergebnisse des nominierten IGF-Projekts, das vom AiF-Mitglied Forschungskuratorium Textil e.V. (FKT) koordiniert wurde*, ermöglichen eine kosteneffiziente Produktentwicklung und eine flexible, individuelle Fertigung. »Wir generieren aus Computertomographie-Daten ein 3D-Modell, das in mehreren Schritten so weiterentwickelt wird, dass wir es letztendlich als maschinenlesbaren Code in eine konventionelle Webmaschine übertragen können«, erklärt Brünler. Sein Kollege Schneider ergänzt: »So können wir maßgeschneiderte, komplexe Geometrien rasch umsetzen«.

»Die Ergebnisse des Dresdner Teams sind in vielerlei Hinsicht ein großer Fortschritt«, sagt Daniel Gehendges, Key Account Manager bei der Magera International GmbH, Bernkastel-Kues. Das Unternehmen war als Industriepartner am Projektbegleitenden Ausschuss des heute ausgezeichneten Projekts beteiligt. Die so entstandenen Implantate sollen eine bessere Patientenversorgung unter Berücksichtigung wichtiger Aspekte wie Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz ermöglichen und bergen gleichzeitig ein enormes Potenzial für weitere Anwendungsfelder im Webmaschinensektor des Unternehmens.

Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten

Johannes Diebel, Leiter Forschung bei der Forschungsvereinigung FKT, hebt die Vielfalt der Anwendungsfelder hervor. »Der wichtigste Bereich ist ohne Zweifel die Medizin, wo wir durch bessere und kostengünstigere Implantate mit erheblichen Einsparungen im Gesundheitssystem rechnen können. Die Projektergebnisse können auch branchenübergreifend für die Entwicklung von Leichtbaustrukturen für eine bessere Ressourceneffizienz genutzt werden.« (me)

*Mit ihrem Projekt waren Brünler und Schegner unter den drei Finalisten für den Otto von Guericke-Preis der AiF. Der Preis wird einmal im Jahr für herausragende Leistungen auf dem Gebiet der IGF vergeben und ist mit 10.000 Euro dotiert. Die vorwettbewerbliche IGF wird im Innovationsnetzwerk der AiF und ihrer 101 Forschungsvereinigungen organisiert und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) mit öffentlichen Mitteln gefördert.

• Artikel zu „Maßgeschneiderte Implantate aus der Webmaschine“ & „Nominierung für den Otto von Guericke-Preis der AiF 2020“

Aus: <https://www.medical-design.news/trends-und-innovationen/fertigung/massgeschneiderte-implantate-aus-der-webmaschine.182248.html> (17.12.2020)

Aus: <https://www.tag24.de/dresden/dresdner-forscher-erfinden-gestrickte-herzklappen-die-lebenslang-halten-1762987> (16.12.2020)

DRESDEN | DRESDNER FORSCHER ERFINDEN HERZKLAPPEN, DIE LEBENSLANG HALTEN

16.12.2020 06:39 | 3.159

DRESDNER FORSCHER ERFINDEN HERZKLAPPEN, DIE LEBENSLANG HALTEN

Von Anke Müller

Dresden - Maßgeschneiderte Implantate aus Dresden könnten in Zukunft die Rettung für Herzranke werden.

Ein Team der Technischen Universität (TU) Dresden hat im Rahmen eines Projekts der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) eine Alternative zu den bisherigen Standardmethoden entwickelt:

Statt mechanisch oder biologisch (aus Rinder- oder Schweine-Herzbeuteln) hergestellte Herzklappen - lassen die Wissenschaftler passgenaue Implantate von Webmaschinen erstellen.



Ronny Brünler (34, l.) und Philipp Schegner (30) von der TU Dresden. © Screenshot: AiF

Die beiden Diplomingenieure Dr. Ronny Brünler (34) und Philipp Schegner (30) "bastelten" 27 Monate mit einem interdisziplinären Team an der Lösung aus Kunststoff.

Zulassung könnte fünf bis sieben Jahre dauern

"Wir generieren aus Computertomographie-Daten ein 3D-Modell, das in mehreren Schritten so weiterentwickelt wird, dass wir es letztendlich als maschinenlesbaren Code in eine konventionelle Webmaschine übertragen können", erklärt Brünler.

"So können wir maßgeschneiderte, komplexe Geometrien rasch umsetzen", ergänzt sein Kollege Schegner.

Bis alle Tests durchgeführt sind, könnte es bis zur Zulassung fünf bis sieben Jahre dauern. "Wir sind sehr zuversichtlich, dass das klappt", so Brünler.



Aus Computertomographie-Daten wird ein 3D-Modell generiert. © ITM TUD

weitere Presseinfos:

Maßgeschneiderte Implantate aus der Webmaschine.
<https://idw-online.de/de/news759535> (08.12.2020)

Maßgeschneiderte Implantate aus der Webmaschine.
<https://www.aif.de/home-details/vom-3d-modell-zum-maschinenlesbaren-code-massgeschneiderte-implantate-aus-der-webmaschine.html> (08.12.2020)

Wissenschaftler des ITM für den Otto von Guericke-Preis der AiF 2020 nominiert – Maßgeschneiderte integral gefertigte Implantate mittels einer neuartigen Webtechnologie. <https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/die-fakultaet/news/wissenschaftler-des-itm-fuer-den-otto-von-guericke-preis-der-aif-2020-nominiert-massgeschneiderte-integral-gefertigte-implantate-mittels-einer-neuartigen-webtechnologie> (12.10.2020)

ITM-Wissenschaftler für Otto von Guericke-Preis der AiF 2020 nominiert. <https://textination.de/de/news/entry/itm-wissenschaftler-fuer-otto-von-guericke-preis-der-aif-2020-nominiert> (12.10.2020)

• DFG fördert Sonderforschungsbereich / Transregio 280 zu Carbonbeton

Aus: <https://textination.de/de/textile-technology/viewnews/22076> (15.06.2020)

DFG: FÖRDERUNG DES SONDERFORSCHUNGSBEREICHES ZU CARBONBETON



15.06.2020



DFG: Förderung des Sonderforschungsbereichs zu Carbonbeton

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Bonn, hat am 29. Mai 2020 entschieden, den Sonderforschungsbereich (SFB)/Transregio 280 „Carbonbeton“ an der Technischen Universität Dresden (TU Dresden) und der RWTH Aachen University mit Beteiligung des Instituts für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University durch 12 Mill. € in den kommenden 4 Jahren zu fördern. Die TU Dresden und die RWTH Aachen erhielten den Förderzuschlag aufgrund langjähriger Erfahrung in dem Forschungsgebiet Textilbeton. Der Werkstoff Textilbeton wurde in 2 Sonderforschungsbereichen an beiden Universitäten von 1999-2011 entwickelt und grundlegend erforscht. Carbonbeton ermöglicht vollkommen neue Design- und Konstruktionsmöglichkeiten im Bauwesen. Grund dafür sind seine sehr hohe Festigkeit sowie die Möglichkeit einer sehr geringen Betonüberdeckung von nur wenigen Millimetern, da Carbon im Gegensatz zu Baustahl nicht rostet. Der erfolgreiche Einsatz des neuen Materials, das 2016 mit dem deutschen Zukunftspreis ausgezeichnet wurde, erfordert vollkommen neue Konstruktions- und Fertigungsstrategien, die im SFB/Transregio 280 untersucht werden.

Mechthild.Maas@dfv.de

Quelle:
dfv Mediengruppe

weitere Presseinfos:

Gemeinschaftlicher Antrag von TUD und RWTH Aachen. <https://textination.de/de/news/entry/dfg-foerdert-sonderforschungsbereich-transregio-280-zu-carbonbeton> (05.06.2020)

Joint proposal of TUD and RWTH Aachen University. <https://textination.de/en/news/entry/dfg-funds-collaborative-research-centre-transregio-280-on-carbon-reinforced-concrete> (05.06.2020)

DFG: funding of the Collaborative Research Centre on carbon reinforced concrete. <https://textination.de/en/textile-technology/viewnews/22107> (16.06.2020)

• Weitere Artikel über das ITM

DER WERKSTOFF MACHT'S

Sächsische Forschungsinstitute glänzen mit außergewöhnlicher Materialkompetenz. Und das bringen Sie auch in die Bio- und Medizintechnik ein. Das Institut für Textilmaschinenbau und textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden entwickelt u. a. textile Implantate, die als Gefäßprothesen oder künstliche Muskeln und Herzklappen Verwendung finden. Aus Metallschäumen oder pulvermetallischem 3D-Druck entstehen am Dresdner Institutsteil des Fraunhofer-Institutes für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM Gelenk- oder Zahnimplantate. Das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS nutzt keramische Werkstoffe zur Entwicklung funktionaler Komponenten für die Implantologie. Und das Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP steuert biodegradierbare Elektronik für aktive Implantate bei.



Foto: ITM/TU Dresden

Foto: Fraunhofer IKTS

Foto: Fraunhofer IFAM Dresden

Aus: Broschüre „Life Sciences“
der Wirtschaftsförderung
Sachsen (2020)12, S. 21

weitere Presseinfos:

Fight against corona: „Textiles can do a lot!“ <https://www.textiletechnology.net/technology/trendreports/Forschungskuratorium-Textil-e.V.-Fight-against-Corona-Textiles-can-do-a-lot--20672> (20.04.2020)

Kampf gegen Corona: „Textil kann viel!“ <https://www.textiletechnology.net/technology/news/Forschungskuratorium-Textil-e.V.-Kampf-gegen-Corona-Textil-kann-viel--20740> (27.04.2020)

1. Postanschrift des Institutes:

Technische Universität Dresden
Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik
01062 Dresden

Besucheranschrift:
Hohe Straße 6
01069 Dresden

Tel. (0351) 463 39300
Fax. (0351) 463 39301
E-Mail: i.textilmaschinen@tu-dresden.de
URL: <https://tu-dresden.de/mw/itm>

2. „Freundes- und Förderkreis des ITM der Technischen Dresden e.V.“

Bankverbindung:
Commerzbank Dresden
IBAN: DE82 8508 0000 0473 3393 00
BIC: DRES DE FF 850

3. Auskünfte zu Studienfragen:

ITM: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Wirt. Ing. Chokri Cherif
Tel. (0351) 463 39300
E-Mail: i.textilmaschinen@tu-dresden.de

TUD: Immatrikulationsamt der TU Dresden
Tel. (0351) 463 42000

Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden
Studienberatung Direktstudium (Präsenzstudium)
Tel. (0351) 463 39431

Akademisches Auslandsamt der TU Dresden
Tel. (0351) 463 35358

4. Auskünfte zu Forschungsaktivitäten am ITM:

Schwerpunkt Textiltechnik: Dr.-Ing. Wolfgang Trümper
Tel. (0351) 463 37147

Schwerpunkt Montagetechnik: Dr.-Ing. Tino Kühn
Tel. (0351) 463 39312

5. Auskünfte zum Wissens- und Technologietransfer am ITM:

Schwerpunkt Textiltechnik: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Wirt. Ing. Chokri Cherif
Vertragspartner: TUDATEX GmbH
<http://www.tudatex.de>

Schwerpunkt Montagetechnik: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Yordan Kyosev
Vertragspartner: GWT-TUD GmbH
<https://www.gwt.de>

Stuttgart, November 09 – 10, 2021

Target groups: **Managers and experts**

Specific range of topics: **Materials, Chemistry, Finishing & Functionalization and Machines, Processes & Composites**

with plenary sessions and special symposia in the areas of

- **Textile mechanical engineering ideas – quo vadis?**
 - Flexibilization towards lot size 1 and small series
 - Industry 4.0
 - New products through machine innovations
 - Resource and energy efficiency
- **Opportunities with new materials:**
High-performance fibers and fiber composites
 - Carbon fibers, ceramic fibers, bio-based fibers
 - Fiber modifications, secondary spinning, recycling strategies, process technologies
 - Shaped fiber compounds, polymer matrix materials
 - Insight into new advanced materials – simulation and testing systems
- **Competitive advantages and sustainability:**
Functionalization, new finishings
 - Sustainable coating and finishing chemicals
 - Coating, laminating
 - Environment-friendly processes
 - Textile printing
- **New challenges: Medical textiles /medical technologies**
 - Sensory and actuator medical devices
 - Personalized medicine
 - New biomaterials, drug delivery
 - Resorbable polymeric implants for the support of regenerative processes
- **New applications, new markets**
 - Textile building, architecture
 - Mobility
 - Energy
 - Environment
- **Transfer Session “From Idea to Practice”**
 - Presentation of innovations (e.g. products, technologies, processes) transferred into the industry from research co-operations, especially by IGF/ZIM

Contact 2021: Sabine Keller
Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF)
add-itc-2021@ditf.de, Tel.: +49 711 9340 505

Further Information:
www.aachen-dresden-denkendorf.de/itc



Partner Countries: Portugal and Spain