



Thüringisches Institut für  
Textil- und Kunststoff-  
Forschung e.V.

## Jahresbericht 2015

## Das Thüringische Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e.V.

VORWORT	3
FORSCHUNGSPROFIL DES TITK	5
INSTITUTSSTRUKTUR	6
FORSCHUNGSBEREICHE	7
FINANZBERICHT	11
INVESTITIONEN AM INSTITUT	12
NETZWERKE UND KOOPERATIONEN	20
MITGLIEDSCHAFTEN	23
ABGESCHLOSSENE, ÖFFENTLICH GEFÖRDERTE FORSCHUNGSPROJEKTE 2015	25
AKTUELLE ÖFFENTLICH GEFÖRDERTE FORSCHUNGSPROJEKTE	51
FORSCHUNGSPROJEKTE DER TOCHTERGESELLSCHAFT OMPG	57
FORSCHUNGSPROJEKTE DER TOCHTERGESELLSCHAFT SMARTPOLYMER GMBH	58
BERUFSAUSBILDUNG	62
STUDIENARBEITEN	62
LEHRTÄTIGKEIT	63
PUBLIKATIONEN	64
VORTRÄGE	64
POSTER	66
PATENTE UND SCHUTZRECHTE	66
PRÄSENTATION AUF MESSEN UND FACHAUSSTELLUNGEN	67
EHRUNGEN FÜR TITK-WISSENSCHAFTLER	70
VORSTAND	71
MITGLIEDER DES VEREINS	71

# Das Thüringische Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung (TITK)

---

## Vorwort

Die Mitarbeiter des TITK haben auch im vergangenen Jahr wieder hervorragende Arbeit geleistet. Das TITK kann auf eine stabile wirtschaftliche Entwicklung verweisen. Dies ist auch ein Indiz für die Attraktivität des TITK am Forschungsmarkt. Gemeinsam mit unseren Partnern aus der Wirtschaft konnte eine Vielzahl von Projekten erfolgreich bearbeitet werden – damit konnte das TITK seinen guten Ruf als Forschungsdienstleister in Wirtschaft und Politik stärken.

Das TITK zählt zu den 130 deutschen Industrieforschungsinstituten, die ein unverzichtbarer, eigenständiger Teil der außeruniversitären Forschungslandschaft in Deutschland sind. Die Industrieforschungsinstitute schaffen, häufig im Rahmen von Forschungs Kooperationen mit der Industrie, technologieübergreifend bedarfsorientierte Lösungen vor allem für kleine und mittlere Unternehmen. Sie sind direkte Know-how-Geber für die Industrie und tragen so überdurchschnittlich zur Steigerung der Innovationsfähigkeit der mittelständischen Industrie bei.

Das TITK hat gemeinsam mit anderen unabhängigen gemeinnützigen Industrieforschungsinstituten im Jahr 2014 die Gründung der deutschen Industrieforschungsgemeinschaft „Konrad Zuse“ e.V. initiiert – die Gründungsveranstaltung der Zuse-Gemeinschaft fand am 29.01.2015 in Berlin statt.

Die Zuse-Gemeinschaft versteht sich als dritte Säule im deutschen Wissenschaftssystem und will Gesprächspartner für Politik und Wirtschaft zur Erarbeitung von Maßnahmen zur besseren Nutzung des Industrieforschungspotenzials sein.

Das Potenzial der 130 deutschen Industrieforschungsinstitute, die als Leistungsträger des Wissenschafts- und Innovationssystems bisher kaum angemessen wahrgenommen wurden, ist bedeutend: Rund 10.000 Wissenschaftler, Techniker und andere hochqualifizierte Mitarbeiter geben in den Einrichtungen zwischen Oldenburg, Dresden und Reutlingen den wissenschaftlichen Input für anschließende Produkt- und Verfahrensentwicklungen in den Unternehmen.

Mit jährlichen Einnahmen von 750 Mio. Euro, darunter 40 Prozent direkte Industriemittel, sind sie ein unverzichtbarer, eigenständiger Teil der außeruniversitären Forschungslandschaft in Deutschland. Die Institute setzen zudem mit Wirtschaftspartnern Förderprojekte um, die durch Land, Bund oder EU finanziert werden. Als Bindeglied zwischen Wirtschaft und Wissenschaft sind die im Einzelfall bis zu 300 Mitarbeiter starken Mitgliedseinrichtungen der Zuse-Gemeinschaft gemeinnützig tätig, rechtlich und wirtschaftlich selbstständig und gehören weder institutionell geförderten Großforschungsverbänden (Fraunhofer, Max-Planck, Leibniz oder Helmholtz) noch Unternehmen an.

Die Zuse-Gemeinschaft versteht sich als unmittelbarer Partner der mittelständischen Wirtschaft. Ihre Mitglieder zeichnen sich, dem Mittelstand vergleichbar, durch Flexibilität, Schnelligkeit, Kosteneffizienz und Forschungseffektivität aus, Typisch für sie ist auch die regionale Nähe zu den Unternehmen. Vizepräsident Nebel: „Durch flache Hierarchien und lokale Entscheidungen kann sehr schnell auf Anforderungen und Rahmenbedingungen der Auftraggeber reagiert werden.“ Die jetzt vollzogene Institutsvernetzung bietet den Industriepartnern einen „niederschwelliger Zugang“ zu anwendungsnahen Forschungsergebnissen und damit zu Innovationen von hoher Qualität.

Sie fördert und unterstützt Wissenschaft, marktvorbereitende Forschung und den Ergebnistransfer in die Wirtschaft. Ein Mehr an Zusammenarbeit zwischen den Instituten in Forschungsverbänden sowie verstärkte internationale Aktivitäten sind ebenfalls Schwerpunkten der Arbeit.

Zu den Zielen der Zuse-Gemeinschaft gehören ferner:

- die Beschleunigung der industriellen Forschung und des Transfers inklusive der experimentellen Entwicklung und Markteinführung neuer Produkte, Technologien und Dienstleistungen in den Mittelstand hinein
- die einheitliche Vertretung gemeinsamer Interessen gegenüber Bund, Ländern, Wirtschaft und Wissenschaftsorganisationen sowie der Öffentlichkeit
- die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Einrichtungen der Industrieforschung u. a. durch gleichberechtigten Zugang zu programmatischer Förderung

Die Unterstützung der Innovationstätigkeit insbesondere der kleinen und mittleren Unternehmen ist unter Berücksichtigung der Ergebnisse der im Januar 2016 vom Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) veröffentlichten Innovationserhebung „Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft - Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 201“ - ein dringendes gesamtwirtschaftliches Gebot.

# Das Thüringische Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung (TITK)

---

Es wurde festgestellt, dass deutsche Unternehmen im Jahr 2014 145,0 Mrd. Euro für Innovationsaktivitäten ausgegeben haben – das hohe Niveau des Vorjahres (2013: 145,2 Mrd. EUR) konnte damit gehalten werden. Das Ausgabenwachstum im Jahr 2014 wurde alleine von den Großunternehmen getragen. Bei den kleinen und mittelständischen Unternehmen sind die Innovationsausgaben um 9% auf 32,3 Mrd. EUR gesunken. Damit setzt sich ein der langfristige Trend steigender Innovationsbudgets bei Großunternehmen und einer sehr verhaltenen Entwicklung bei KMU fort. Für 2015 und 2016 planen die KMU allerdings ebenfalls höhere Ausgaben, mit einem Anstieg um vier Prozent in 2015 und um sechs Prozent in 2016.

Der Anteil der Innovationsausgaben am Umsatz der deutschen Wirtschaft – die sogenannte „Innovationsintensität“ – betrug im Untersuchungszeitraum 2,80 Prozent. Dies entspricht annähernd dem hohen Vorjahresniveau (2,84 Prozent) und stellt den zweithöchsten je gemessenen Wert dar. Auf Branchenebene zeigen sich jedoch größere Unterschiede bei diesem Indikator:

Der Fahrzeugbau erreicht mit einem Wert von 10,0 Prozent die höchste Innovationsintensität, gefolgt von der Elektroindustrie (9,9 Prozent). Die Chemie- und Pharmabranche investierte 7,7 Prozent des Branchenumsatzes in Innovationsprojekte.

Die technischen und FuE-Dienstleistungen sowie der Maschinenbau zählen mit Werten von 5,8 bzw. 5,6 Prozent ebenfalls zu den besonders innovationsintensiven Branchen.

Mit seiner inhaltlichen Ausrichtung ist das TITK in der Lage wertvolle Beiträge zur Unterstützung der besonders innovativen Branchen zu leisten.

Das TITK hat in den zurückliegenden Jahren unter Nutzung der verfügbaren Förderinstrumentarien umfangreiche Investitionen in die Ausstattung moderner Laboratorien und Technika getätigt. Das hochqualifizierte und motivierte Personal verfügt damit über exzellente Voraussetzungen um mit den deutschland- und weltweit agierenden Kooperationspartnern aus der Wirtschaft und anderen Forschungseinrichtungen aktiv Innovationsprozesse zu gestalten und die Ergebnisse aus Forschungsprojekten einer wirtschaftlichen Verwertung zuzuführen.

Die Zusammenarbeit von Wirtschaft und Wissenschaft in der angewandten Forschung ist wesentliche Voraussetzung, um Innovationsprozesse zu beschleunigen. Wir möchten Sie ermuntern mit uns Ihre Themenstellungen im Bereich der polymeren Werkstoffforschung gemeinsam zu bearbeiten um Ihre Leistungsfähigkeit zu steigern und die erfolgreiche wirtschaftliche Verwertung Ihrer Anwendungen und Produkte zu forcieren. Unser kompetentes und hoch motiviertes Mitarbeiterteam stellt sich der Herausforderung, mit Ihnen gemeinsam Forschungsergebnisse schnell und marktorientiert umzusetzen. Vertraulichkeit und Zuverlässigkeit sind wesentliche Unternehmensprinzipien in der Zusammenarbeit mit unseren Partnern.

Mit dem jetzt vorliegenden Jahresbericht erhalten Sie einen Überblick über die im zurückliegenden Jahr bearbeiteten Forschungsprojekte und deren Ergebnisse sowie weitere Höhepunkte, Zahlen und Fakten zu den Aktivitäten des Jahres 2015.

Nehmen Sie die Lektüre des Jahresberichtes zum Anlass, mit mir und unseren Mitarbeitern ins Gespräch zu kommen – wir möchten Sie einladen gemeinsam über mögliche Innovationen für Ihr Unternehmen zu diskutieren und deren Umsetzung anzugehen - damit können wir zum gegenseitigen Vorteil Ihre und unsere Zukunftsfähigkeit sichern und erhöhen.

Mit herzlichen Grüßen Ihr



Dr. Ing. Ralf-Uwe Bauer  
Geschäftsführender Direktor des TITK e.V.

*Das TITK ist Gründungsmitglied der Deutschen Industrieforschungsgemeinschaft Konrad-Zuse*



ZUSE-GEMEINSCHAFT

## Forschungsprofil des TITK

Das TITK ist Forschungspartner für Unternehmen im Bereich der Werkstoff-Forschung und darauf spezialisiert, Polymere so zu modifizieren, dass Werkstoffe mit völlig neuen, funktionellen Eigenschaften entstehen – Polymere der neuen Generation.

Das TITK entwickelt schnell und marktorientiert neue Werkstoffe, Werkstoffe mit verbesserten Eigenschaften, sowie Werkstoffe mit zusätzlicher Funktion zum Beispiel für die Herstellung von Lifestyle-Produkten und Verpackungsmitteln, Fahrzeugteilen, Bio- und Medizintechnik, Energietechnik sowie Mikro- und Nanotechnik. Das TITK realisiert neue und verbesserte Technologien für Fertigungsprozesse und Systemlösungen.

Ausgestattet mit einer modernen technischen Infrastruktur hat das TITK heute knapp 140 Mitarbeiter und zwei Tochtergesellschaften.

Wir sind auf folgenden zukunftsweisenden **Forschungsfeldern** tätig:

- **Nachhaltige Polymere**  
Entwicklung und Transfer von innovativen Faser-, Vliesstoffen und anderen Polymerformkörpern  
Direktauflösung und Trocken-Nass-Verformung von Synthese- und Naturpolymeren (Polysacchariden, Proteinen, PAN, ausgewählte Reaktivharze, Polymerblends und Verarbeitungstechnologien)  
Charakterisierung Polymeren und Polymerlösungen  
Chemische und physikalische Modifizierung von Polymeren in homogener Phase
- **Faserverbundwerkstoffe**  
Werkstoff- und Verfahrensentwicklung für textile Verstärkungshalbzeuge und Faserverbundwerkstoffe für Leichtbauanwendungen. Einsatz von Kohlenstofffasern, Aramidfasern, Naturfasern, Sandwich-Verbunden, duro- und thermoplastischen Matrixmaterialien, Elastomeren und Biopolymeren.
- **Synthetische Polymere**  
Modifizierung von Kunststoffen  
Nanocomposites  
Faserverstärkte Polymere  
Polymerisation von PA6, PA 6.6, PET, PBT, PAN, PC  
Leitfähige Polymere/ Polymere für EMV-Anwendungen  
Biologisch aktive Polymere und Anwendungen in der Medizintechnik  
Flammschutz von Kunststoffen
- **Funktionspolymersysteme**  
Polymer- und Additivsynthesen für Funktionspolymersysteme  
Technologieentwicklung für polymerbasierte Elektronik, Sensorik und Mikrostrukturierung  
Bikomponenten-Schmelzspinnentechnologie  
Nassbeschichtungsprozesse, einschließlich „Rolle-zu-Rolle“-Prozessierung

Die strategischen Arbeitsfelder werden im Rahmen der Beratungen der Gremien des TITK – Vorstand, Kuratorium, Mitgliederversammlung – ständig überprüft, die Marktrelevanz einzelner Projektthemen wird im Rahmen aktiver Kooperationen mit Industriepartnern und zielgerichteter Marktanalysen bewertet.

Das **Tochterunternehmen Ostthüringische Materialprüfgesellschaft für Textil und Kunststoffe mbH (OMPG)** ist ein leistungsfähiger Partner mit einem breiten Spektrum an Verfahren zur chemischen und physikalischen Charakterisierung von textilen und compositen Materialien sowie Kunststoffen aller Art. Die OMPG ist ein akkreditiertes Prüflaboratorium nach DIN EN ISO/IEC 17025.

Die OMPG bietet ein umfangreiches Dienstleistungsangebot in den Bereichen

- chemische und physikalisch/mechanische Werkstoffcharakterisierung
- analytische Methodenentwicklung und Prozessentwicklung,
- Materialverarbeitungsversuche
- Prüfung und Zertifizierung

von Polymerwerkstoffen und Verbunden.

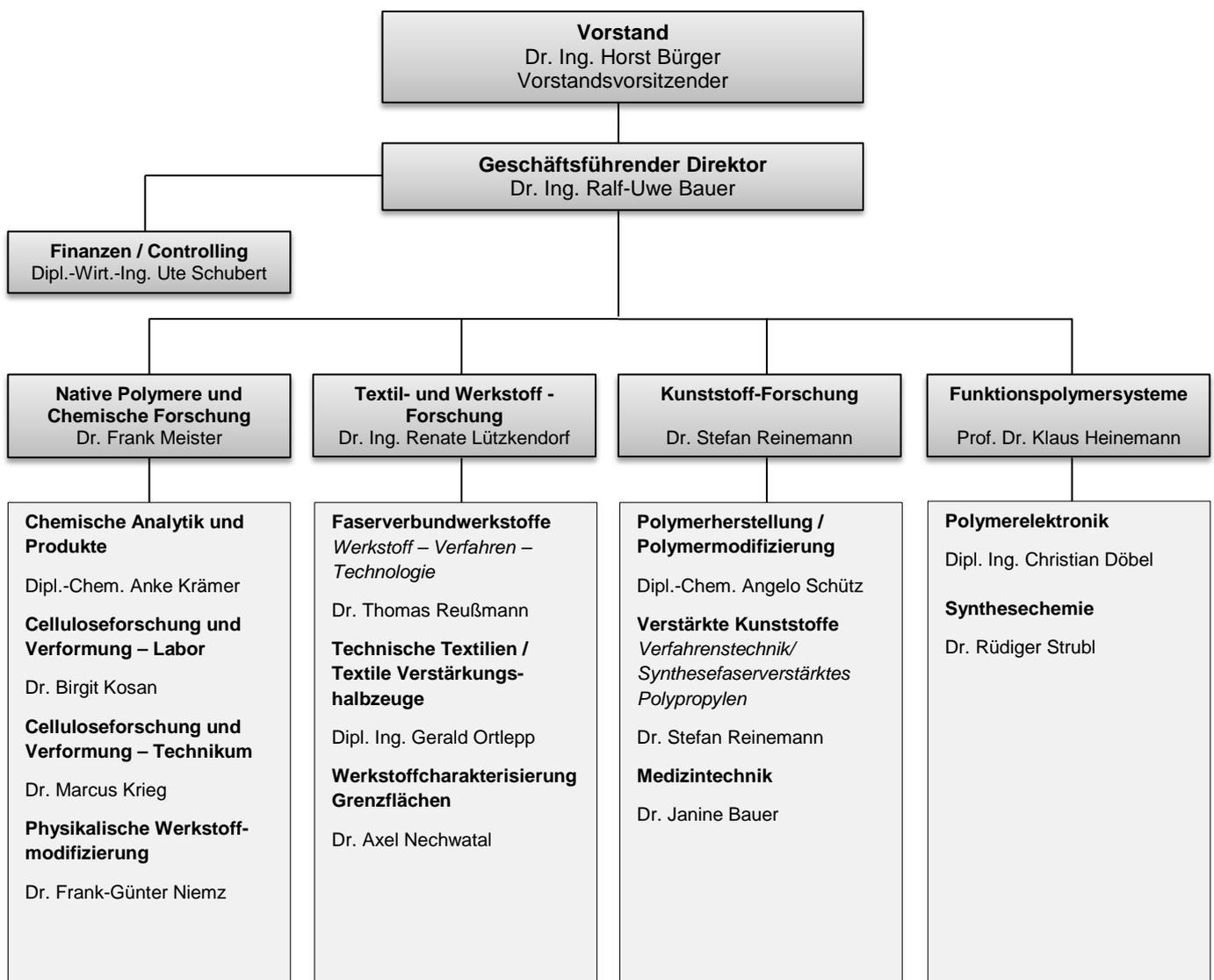
Es wird eine breite Palette an Untersuchungen nach nationalen und internationalen Standards und Normen angeboten, mit denen die Unternehmen bei der Qualitätssicherung ihrer Produkte unterstützt werden.

# Das Thüringische Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung (TITK)

Zum 01.07.2013 erfolgte die Ausgliederung des Teilbetriebes aus der OMPG in die die **smartpolymer GmbH** – eine 100%-Tochter der OMPG. In der smartpolymer GmbH sind jetzt alle Aktivitäten jenseits des Prüfdienstleistungsgeschäfts gebündelt. Das sind insbesondere folgende Geschäftsfelder:

- SmartFlock® - Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Beflockungsprodukten zertifiziert nach ISO 9001:2008
- Herstellung und Vertrieb von Cell Solution®-Funktionsfasern
- Transfer von Forschungsergebnissen aus dem TITK – Kleinserienfertigung, Vermarktung dieser Kleinserien, und aktive Markteinführung neuer Produktentwicklungen

## Institutsstruktur



## Forschungsbereiche

### **Native Polymere und Chemische Forschung**

Abteilungsleiter: Dr. Frank Meister

(Tel. 03672 – 379 -200 / E-Mail: meister@titk.de)

---

Wie bereits im Namen kenntlich beschäftigt sich die Chemische Forschung mit nachhaltigen Werkstoff- und Technologieentwicklungen. Dabei wird Nachhaltigkeit nicht nur im Sinne einer Verwendung von rezenten Biopolymeren, sondern wesentlich umfangreicher auch im Sinne nachhaltiger, fossil basierter Rohstoffquellen, nachhaltiger Technologien oder auch nachhaltiger Kostenstrukturen verstanden. Insofern ist es nicht verwunderlich, dass neben nativen Polymeren wie Cellulose, Stärke und anderen Poly- und Oligosacchariden immer stärker auch biobasierte Polymere und nachhaltige Technologien, wegen ihres umweltfreundlichen, energie- oder zeitsparenden Potenzials in den Fokus der FuE-Aktivitäten der Fachabteilung geraten.

Dem Team gelang es auch im abgelaufenen Geschäftsjahr, einerseits die langjährig erworbenen Kompetenzen zur Direktauflösung und Trocken-Nass-Verformung von Cellulose kundenspezifisch zu vermarkten und die Aktivitäten zur Entwicklung und zum Transfer der Fertigung physikalisch modifizierter Cellulosefunktionsfasern mit inkorporierten, aktiven Wirkstoffen zügig in einen technischen Maßstab zu überführen. Erfolgreich konnten das Know-how für die Fertigung von CellSolution® skin care und CellSolution® protection Fasern in einem industrienahen Pilotmaßstab erarbeitet werden, um die bestehende Mengennachfrage nach diesen Funktionsfasern für die textile Weiterverarbeitung zu Garnen und Flächen, die Ausrüstung und erforderlichen Applikationsuntersuchungen bedienen zu können. Schwerpunkte bildeten dabei insbesondere die mit der Fertigung im großen Maßstab verbundenen Optimierungen bei Ausgangsstoffen und Prozessparametern sowie die Analyse und Bewertung der erhaltenen Formkörper.

Andererseits wurden ebenso der Ausbau von Prozesstechnik und Technologie zur Verformung und Verarbeitung von nicht cellulosischen Polymeren, wie beispielsweise PAN-Precursorfilamenten und die Erzeugung von duromeren Meltblown(MB)-Vliesstoffen auf der stofflichen Grundlage von MER-Harzen fortgesetzt. Nach erfolgreicher Inbetriebnahme einer Laboranlage zur Carbonisierung von PAN-Precursoren wurde zudem schwerpunktmäßig an dem mechanistischen Verständnis und der praktischen Durchführung der Stabilisierungs- und Carbonisierungsschritte gearbeitet und so die Beherrschung einer optimalen Prozessführung weiter ausgebaut.

Die Aktivitäten zur Überführung der erarbeiteten MB-Technologie zur Erzeugung von duromeren MER-Vliesstoffen mit der smartpolymer GmbH wurden konsequent fortgesetzt, um die Herausforderungen zur Inbetriebnahme einer ersten Produktionslinie zum Ende des Jahres 2016 erfolgreich zu meistern. Schwerpunkte waren dabei neben dem Ausbau der Pilotanlage im TITK vor allem die weitere Durchdringung der Zusammenhänge zwischen Vliesstruktur und -eigenschaften, die Auslegung ausgewählter Anlagenteile im Gesamtprozess und der Ausbau der Erkenntnisse bei der Anwendung dieses innovativen Werkstoffs.

Im FuE-Feld „Homogene Derivatisierung von Polysacchariden“, das in enger Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum für Polysaccharidforschung an der FSU Jena bearbeitet wird, konnten die gemeinsamen Aktivitäten zur Erzeugung ausgewählter Stärkederivate für Klebstoffanwendungen, spezieller Precursorverbindungen für struktureinheitliche Polysaccharidderivate sowie wasserbasierte Polymerverbunde zum Einsatz in Land- und Forstwirtschaft sowie Gartenbau erfolgreich ausgebaut werden. Dafür konnte auch die Promotionsarbeit von Herrn Dr. Schöbitz, in deren Mittelpunkt die Synthese- und Applikationsmöglichkeiten von dendronen Polysaccharidderivaten standen, zum Jahresende erfolgreich abgeschlossen und verteidigt werden. Zusätzlich gelang es im Rahmen der Einwerbung eines Vorlauforschungsprojektes die Möglichkeiten zur Erforschung der Erzeugung und Anwendung von Polysaccharidhybridpolymeren in technische Applikationen grundhaft auszubauen.

Weiter fortgesetzt wurden im Berichtszeitraum auch die Arbeiten in den neuen FuE-Feldern „Erzeugung von biobasierten Klebstoffen“ und „Nachhaltige Schaumkunststoffe“. Die dafür beschafften Ausrüstungen gestatten die Erzeugung geschäumter Foliestrukturen mittels innovativer Mikrowellenenergieanlage. Beide Entwicklungsrichtungen sollen die in der Abteilung vorhandenen werkstofflichen und textilen Kompetenzen bündeln und für interessierte Kunden vorteilhaft verfügbar machen.

## Textil- und Werkstoff-Forschung

Abteilungsleiterin: Dr.-Ing. Renate Lützkendorf  
(Tel. 03672 – 379 -300 / E-Mail: luetzkendorf@titk.de)

---

Die Arbeiten der Fachabteilung Textil- und Werkstoff-Forschung konzentrieren sich auf Entwicklungen im Leichtbau und dabei insbesondere auf Faserverbundwerkstoffe. Dazu gehören

1. Faserverbundstrukturen
  - a. Werkstoffentwicklung Textile Halbzeuge
  - b. Prozess- und Technologieentwicklung Faserverbundherstellung
  - c. Charakterisierung und Kennwertermittlung an Fasern und Faserverbundteilen
2. Technische Textilien.

Unter Nutzung der vorhandenen Basistechnologien werden Faserhalbzeuge aus Hochleistungs- oder auch Naturfasern entwickelt, die anforderungsgerecht konstruiert und kombiniert werden.

Der Einsatz derartiger Halbzeuge in Faserverbundmaterialien erfordert die Entwicklung innovativer Prozesse und Technologien. Immer mit Blick auf Serienprozesse und Bauteil-Anforderungsprofile werden in der Abteilung sowohl wissenschaftliche Grundlagen gelegt als auch wirtschaftsnahe Umsetzungen mit Industriepartnern realisiert.

Die Abteilung Textil- und Werkstoff-Forschung konnte im Jahr 2015 ihre Position im Markt als Anbieter industrienaher Forschungsdienstleistungen weiter ausbauen und ihren Bekanntheitsgrad insbesondere unter den KMU der alten und neuen Bundesländer erhöhen.

Eine Vielzahl von Projekten mit aktuellen, von der Bundesregierung in der Hightech Strategie abgesteckten Themenfeldern zeigt das Tätigkeitsgebiet der Abteilung auf. Die fachliche Fokussierung erfolgt hierbei vorzugsweise auf Leichtbauanwendungen. Im Rahmen der hochinnovativen Entwicklungen zur Elektromobilität hat sich die Abteilung als Forschungs- und Entwicklungspartner in diesem Umfeld weiter etablieren können.

Über das Arbeitsgebiet Faserverbundstrukturen hinaus hat die Fachabteilung Entwicklungen im Bereich Filtermaterialien und Funktionalisierungen von Gummi und thermoplastischen Elastomeren betrieben. Für spezielle Anwendungen wurde auch der Einsatz chromatischer Systeme vorangetrieben.

## Kunststoff-Forschung

Abteilungsleiter: Dr. Stefan Reinemann  
(Tel. 03672 – 379 -400 / E-Mail: reinemann@titk.de)

---

Die Abteilung „Kunststoff-Forschung“ beschäftigt sich mit der Modifizierung von Kunststoffen, um diesen neue oder verbesserte Eigenschaften zu verleihen. Die Modifizierung kann bereits während der Polymerisation geschehen, als auch in nachfolgenden Verfahrensschritten wie Extrusion oder Spritzguss. Beispielhaft hierfür stehen die Entwicklungen zu antibakteriellen und fungiziden Additiven, die in einer Vielzahl von Kunststoffen ihre Wirkung entfalten. Ein weiteres Highlight stellen die wärme- und kältespeichernden Kunststoffe dar. Diese Materialien wurden erfolgreich in Demonstratoren im TITK ausgetestet. Hierzu zählen z.B. der selbstkonstruierte Wärmespeicher im Rahmen einer Fußbodenheizung, aber auch für Demonstratoren für körpernahe Anwendungen, wie z.B. in einer Oberschenkelprothese realisiert.

Die etablierten Forschungsfelder faserverstärkte Polymere, leitfähige Polymere, Polymere für EMV Anwendungen, Polymerkondensation, chemisches und werkstoffliches Recycling wurden auch im Jahr 2015 intensiv bearbeitet, was sich in den Inhalten der Forschungsprojekte widerspiegelt. Eigens entwickelte hart- und weichmagnetische Kunststoffe wurden im Rahmen von Kooperationsprojekten erfolgreich in der Dosiertechnik von Fluiden erprobt.

Die Arbeitsgruppe „Biologie“ entwickelt sich zunehmend zu einem komplexen Wissensträger im Umfeld der Medizintechnik. Aktuell werden in vitro Prüfmethode entwickelt, die einen Beitrag zur Reduzierung von zur Zeit noch durchgeführten Tierversuchen leisten können. Die technische Infrastruktur konnte um eine moderne

# Das Thüringische Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung (TITK)

---

Katheteranlage zur Extrusion von Mehrkomponenten- Kathetern erweitert werden. Es ist geplant, diesen Themenkreis zukünftig verstärkt auch mit eigeninitiierten F&E-Projekten zu untersetzen. Begleitend dazu wurden im Jahr 2015 verstärkt Veranstaltungen und Fachtagungen mit medizintechnischem Schwerpunkt besucht, z.B. MedTechPharma 2015 (Kongress und Ausstellung), Biologische Sicherheitsprüfungen für Medizinprodukte - Aktuelle Anforderungen der ISO 10993 (Seminar und Workshop), Anwenderforum „Medizintechnik“. Die Ausweitung und Vertiefung dieses neuen Forschungsfeldes wird auch im nächsten Jahr Ziel der Abteilung „Kunststoff-Forschung“ sein.

Die Zusammenarbeit mit Hochschulen wie der TU-Ilmenau, der Universität Bayreuth, der Universität Halle-Merseburg als auch der Fachhochschule Jena wurde 2015 weitergeführt und intensiviert. Ebenfalls wurde wie im Vorjahr intensiv mit dem NEMO-Netzwerk „Nano-NaRo-Polymer Products“ (insbesondere Dr. Wilke) zusammengearbeitet, was sich in neu anlaufenden Forschungsprojekten zeigt. Die Lehrveranstaltung der TU Textil- und Werkstoff-Forschung Ilmenau „Aufbereitungs- und Extrusionsverfahrenstechnik“ wurde durch eine Spezialvorlesung zu „Nanomaterialien“ unterstützt. Mehrere Bachelor- und Masterarbeiten wurden erfolgreich unter Anleitung von Herrn Dr. Stefan Reinemann und Frau Dr. Janine Bauer betreut. Wie in den Vorjahren, konnten einige der Absolventen für eine wissenschaftliche Tätigkeit im TITK e.V. gewonnen werden.

## Funktionspolymersysteme

Abteilungsleiter: Prof. Dr. Klaus Heinemann  
(Tel. 03672 – 379 -231 / E-Mail: heinemann@titk.de)

---

Die Abteilung „Funktionspolymersysteme“ schloss das Jahr 2015 auf Grund intensiver Aktivitäten bei der Akquisition von Forschungsaufträgen sowie von Forschungsprojekten bei verschiedenen Zuwendungsgebern mit guten Ergebnissen ab.

Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang vor allem, dass es der im Rahmen der Umstrukturierung der Abteilung neu entstandenen Forschungsgruppe „Polymerelektronik“ gelungen ist, bei der Bearbeitung des wegweisenden Verbundforschungsprojekts mit dem Kurztitel „Sensoblade – funktionalisierte Verbundwerkstoffe sowie Materialsimulation für ein neuartiges Rotorblatt“, in dem die Möglichkeiten zur Integration verschiedener Faser- bzw. textilbasierter Sensoren in geeignete Verbundwerkstoffe untersucht wird, sehr gute Zwischenresultate zu erzielen. In Folge dessen konnte Herr Dr.-Ing. Christian Döbel, der einige Jahre bei der Firma „Robert Bosch GmbH“ an unterschiedlichen Standorten, u. a. in Charleston (USA), Abstatt, Eisenach und Arnstadt, tätig war und seit August 2013 diese Forschungsgruppe im TITK leitet, gemeinsam mit der Firma Richter Feinwerktechnik GmbH und der Fa. CE-Lab GmbH im Oktober 2015 nicht nur mit einer Gold-Medaille der iENA, der Internationalen Erfinder-Fachmesse „Ideen, Erfindungen, Neuheiten“ in Nürnberg ausgezeichnet werden, sondern erhielt auch den Innovationspreis der Universität Putra (Malaysia). Seinem Engagement ist zudem das Zustandekommen des ZIM-NEMO-Netzwerkes „Five-Net“ zu verdanken, eine interdisziplinäre Plattform für Forscher, Entwickler, Konstrukteure und Anwender entlang der Wertschöpfungskette mit dem Ziel, die Kompetenz der Netzwerkmitglieder zu erweitern, Synergien zu entwickeln und Chancen und Perspektiven der Erschließung neuer Märkte zu generieren. Darüber hinaus gelang es dem Team mit großer Einsatzbereitschaft aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erste größere Forschungsaufträge aus der Industrie zu akquirieren und erfolgreich zu bearbeiten.

Es wurde auch die Bearbeitung der begonnenen Forschungsprojekte fortgesetzt worden. Dies betrifft sowohl die Forschungsarbeiten zur Entwicklung lichtemittierender elektrochemischer Zellen und deren Herstellung mittels „Rolle-zu-Rolle“-Technologie unter der Projektleitung von Frau Dr. Sensfuß sowie die experimentellen Arbeiten zur „Herstellung, Charakterisierung und Formgebung magnetoaktiver thermoplastischer Elastomere – fokussiert auf Anwendungen in der Sensorik und Aktorik“ (Projektleiter: Herr Dr. Schrödner) im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Feldgesteuerte Partikel-Matrix-Wechselwirkungen: Erzeugung, skalenübergreifende Modellierung und Anwendung magnetischer Hybridmaterialien“ (SPP 1681), das die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert als auch die in den Jahren 2014 und 2015 neu akquirierten Projekte. Hierzu zählen Forschungsarbeiten zu biokompatiblen 3D-Druck-Formkörpern für die Medizintechnik (Projektleiterin: Frau Dipl.-Phys. Schultheis), zu elektrochrom schaltbaren Visieren für vielfältige Anwendungen (Projektleiterin: Frau Dr. Konkin), zu transparenten Beschichtungen auf flexiblen Substraten mit Hochbarriereigenschaften sowie zur Entwicklung eines auf Funktionspolymeren basierenden „low-cost“ UV-Licht-Dosimeters mit Fotodioden-Transducer und elektrochromem (EC) Display, inklusive der Synthese neuer, dafür prädestinierter EC-Polymere. Die beiden zuletzt genannten Projekte leitet Herr Dr. Blankenburg.

# Das Thüringische Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung (TITK)

---

Das Team der Forschungsgruppe „Synthesechemie und Polymermodifizierung“ unter der Leitung von Herrn Dr. Strubl lotet im Rahmen von Projekten der marktorientierten Industrieforschung einerseits das Potential von Metallkomplexverbindungen mit maßgeschneiderten organischen Liganden als neuartige Polymeradditive hinsichtlich ihrer geruchshemmenden Wirkung in Textilien sowie zur Integration in und Markierung u.a. von Filamenten und Fasern zum Schutz gegen Produktpiraterie (Projektleiter jeweils: Herr Dr. Strubl) sowie andererseits die Möglichkeiten zur Eigenschaftsmodifizierung von PET mittels geeigneter Enzymsysteme (aktueller Projektleiter: Herr Dr. Blankenburg) und zur Herstellbarkeit von Filamenten mit einem sog. „shape-memory“-Effekt (Projektleiter: Herr Dr. Welzel) aus. Darüber hinaus sind von dieser Gruppe mit großer Einsatzbereitschaft aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eine Vielzahl von Forschungsaufträgen aus der Industrie, darunter auch Unternehmen aus dem Ausland, bearbeitet worden. Zudem gelang es diesem Team in enger Zusammenarbeit mit den externen Partnern im Rahmen der Bearbeitung des im August 2014 akquirierten Forschungsprojekts „TriboTex - Hybride Textilverbunde - Technologien für tribologische und mechanische Eigenschaftsverbesserungen technischer Textilien“ erste interessante Resultate zu erzielen. Dabei handelt es sich um ein Verbundprojekt in enger Kooperation mit fünf Industrieunternehmen, dem STFI e.V. Chemnitz sowie dem Institut für Fördertechnik und Kunststoffe der TU Chemnitz mit dem Ziel, die Lebensdauer von Faserseilen deutlich zu erhöhen. Dieses Verbundvorhaben wird im Rahmen der Förderinitiative „Nanotechnologie für textile Anwendungen (NanoTextil)“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Auf der Grundlage von insgesamt 12 anteilig geförderten Forschungsprojekten konnten die Projektleiterinnen und Projektleiter sowie die Teammitglieder der Forschungsabteilung „Funktionspolymersysteme“ ihre Basiskompetenzen weiter vertiefen, um sie künftig im Rahmen von Forschungsaufträgen aus der Industrie zur Anwendung zu bringen.

Nach wie vor muss die Fokussierung auf die drei neu definierten Strategiefelder

1. Synthetische Funktionspolymersysteme durch chemische und physikalische Modifizierung von Massen-, Spezial- und Hochleistungspolymeren, einschließlich ihrer Verarbeitung zu Spritzgusskörpern, zu Folien sowie zu Multi- und Monofilamenten u.a. mittels Bikomponenten-Schmelzspinntechnologie,
2. Mikrostrukturierungs- und Materialbearbeitungstechnologien, vorzugsweise durch den Einsatz der Lasertechnik, auch im „Rolle-zu-Rolle-Verfahren“ zur Entwicklung adaptiver Funktionswerkstoffe sowie
3. Prozessierung organischer Nanoschichten und –schichtverbunde insbesondere mittels „Rolle-zu-Rolle“-Beschichtungstechnologie zur Herstellung polymerbasierter Elektronikkomponenten und –systeme zur Energie- und Signalwandlung unter konsequenter Umsetzung des Systemgedankens, d.h. der Verbindung von Werkstoffen mit intelligenter Steuerung, Regelung und Elektronik sowie Konzentration auf wirtschaftlich aussichtsreiche Produktfelder mit realen Marktpotentialen

noch stärker genutzt werden, um Kooperationsbeziehungen zu Partnern aus der Industrie auf der Grundlage anwendungsorientierter Vorhaben der industriellen Forschung sowie attraktiver und komplexer Leistungspakete mit Kundenorientierung und unter Nutzung des Systemgedankens zu knüpfen, zu verstetigen bzw. auszubauen.

# Das Thüringische Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung (TITK)

---

## Finanzbericht

Das TITK kann für das zurückliegende Geschäftsjahr erneut eine positive Bilanz seiner wirtschaftlichen Entwicklung ziehen.

Im Geschäftsjahr 2015 konnten im TITK Erträge in Höhe von 12.090,8 T€ (Vorjahr 11.635,0 T€) erzielt werden. Die Umsatzerlöse betragen 2.530,3 T€ (Vorjahr 2.546,8 T€) und liegen damit geringfügig unter dem Stand des Vorjahres.

Sonstige betriebliche Erlöse wurden u.a. aus Fördermitteln BMWi (6.594,8 T€ / Inno-Kom-Ost MF Marktvorbereitende Forschung – VF Vorlaufforschung - IZ Investitionszuschuss, IGF, ZIM), BMBF (188,9 T€), EU (27,0 T€) erzielt. Der Anteil der Förderung durch das BMWi erreicht damit 94 % - und bleibt der wichtigste Zuwendungsgeber für das TITK. Erstmals konnten im Haushaltsjahr keine Fördermittel im Freistaat Thüringen akquiriert werden – im Vorjahr waren es noch 715,0 T€

Die Aufwendungen sind im Geschäftsjahr 2015 wieder auf das Niveau des Jahres 2013 angestiegen und betragen 11.939,0 T€ (Vorjahr: 11.540,7 T€). Aufwandsreduzierungen bei den Investitionen stehen Erhöhungen der Abschreibungen, des Personalaufwands und des Materialaufwands gegenüber. Im Geschäftsjahr 2015 betrug das Investitionsvolumen 1.390,4 T€ (Vorjahr: 1.782,2 T€). Unser besonderer Dank gilt den Zuwendungsgebern, die die Investitionsvorhaben mit insgesamt 1.136,0 T€ (Vorjahr: 1.450,2 T€) gefördert haben.

Das Bilanzergebnis für das Geschäftsjahr beträgt 118,6 T€ (Vorjahr: 65,1 T€). Damit ist das Vereinskaptal auf 972,1 T€ angewachsen.

Das TITK beschäftigte zum 31.12.2015 132 Arbeitnehmer. (31.12.2014 139 Arbeitnehmer)

Auch die Tochterunternehmen OMPG mbH und smartpolymer GmbH – eine 100%-Tochter der OMPG mbH - können für das zum 30.06.2015 endende Geschäftsjahr eine positive Bilanz ziehen. Die Umsatzerlöse konnten 141,8 T€ auf 8.965,7 T€ erhöht werden. Neben einer nochmaligen Umsatzsteigerung im Dienstleistungsgeschäft der OMPG mbH trägt die Stabilisierung des Umsatzes aus Herstellung und Vertrieb von Produkten in der smartpolymer GmbH zu diesem Ertrag bei. Der Ergebnis der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit liegt in Summe beider Unternehmen um 141,8 T€ über dem Vorjahresergebnis. Im Durchschnitt des Geschäftsjahres waren in der OMPG mbH 24 Arbeitnehmer und in der smartpolymer GmbH 22 Arbeitnehmer beschäftigt.

## Investitionen am Institut

### Extrusionsanlage für Katheterschläuche aus antibakteriellen und anderen Funktions-Kunststoffen



Katheterextrusionsanlage für medizinische Schläuche (Fa. EMATIK, Bild: EMATIK)

Das TITK hat die medizintechnische Infrastruktur mit einer Katheterextrusionsanlage und einer CNC-Fräsmaschine zu einem Multifunktions-Medizintechnikum zur Erforschung von Funktionskunststoffen für die Entwicklung von biofunktionalisierten, medizinischen Schläuchen (Kathetern) und dreidimensionalen Formkörpern für Medizinprodukte, Kosmetik-, Pharma- und Lebensmittelverpackungen erweitert. Damit verfügt das TITK nun über ein komplettes Medizintechnikum mit einem Reinraum der Klasse 7, einer daran angeschlossenen vollelektrischen Spritzgussanlage inklusive eines Kneters für Spezialcompounds, der Katheteranlage und eine CNC-Fräse für den Prototypenbau.

Die Katheterextrusionsanlage (Fa. EMATIK) verfügt über zwei Extruder zur Co-Extrusion und bietet die Möglichkeit, mehrlumige Schläuche zu extrudieren. Die Anlage ist zur Verarbeitung thermoplastischer Kunststoffe, wie TPU, PA, PE und PVC-w ausgelegt und kann Dimensionen von 1-6 mm Außendurchmesser und 0,5-1 mm Innendurchmesser erzeugen. Damit ist es dem TITK nun möglich, als Forschungspartner für Medizintechnikunternehmen oder Zulieferer antibakterielle, zelladhäsive, mit einer Indikatorfunktion versehene oder auf andere Weise biofunktionalisierte thermoplastische Kunststoffe (z.B. Thermoplastische Elastomere, polyolefine Kunststoffe, Polyamide, PVC) im Schlauchextrusionsverfahren unter den geforderten Reinraumbedingungen zu extrudieren.

Mit der 5-achsig simultan arbeitenden CNC-Fräse DMU 50 (Fa. DMG Mori) mit Siemens-Steuerung können Prototypen bzw. Demonstratoren aus Kunststoffen oder Werkzeuge in Dimensionen bis zu 500 x 450 x 400 mm hergestellt werden. Damit bietet sich einerseits die Möglichkeit, den Forschungspartnern schnell und günstig erste Prototypen bereit zu stellen und auch Produktentwicklungen mit neuen Design- oder Materialanforderungen ohne hohe Werkzeugkosten und Realisierungszeiten zu begleiten. Des Weiteren können mit dieser CNC-Fräse Werkzeuge konstruiert werden, die für verschiedenste FuE-Projekte und Anwendungen benötigt werden.

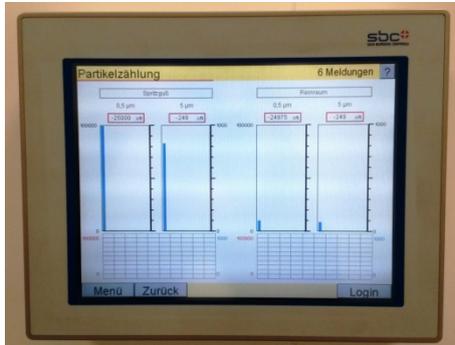
Förderkennzeichen: IZ150012, BMWi

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Monitoring-System Reinraum



Der Reinraum des TITK wurde mit einem Monitoring-System zur Überwachung der Partikelzahl, der Temperatur und des Luftdrucks versehen. Dies bildet die Grundlage für kontrollierte Arbeitsbedingungen, wie sie für die medizintechnische Verarbeitung gefordert sind. Zudem gehört zur Überwachung der Keimbelastung ein Luftkeimsammler. Des Weiteren wurde der Reinraum mit einem reinraumgeeigneten Förderbandgurt, mit zwei elektrischen Fensterschleusen zur Anbindung der technischen Anlagen im Sauberraum und Werkbänken ausgestattet worden. Somit konnte der Reinraum für eine Klassifizierung der Klasse 7 optimiert werden.

Abbildung: Monitoring-System zur Partikelüberwachung im Reinraum

Projektnummer: MF140153, BMWi

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## IC-System IC900 mit Nachsäulenderivatisierung

Mit dem IC-System können durch die enzymatische Hydrolyse von Zellstoffen entstandene wasserlösliche Einfach- oder Zweifachzucker bestimmt werden. Dieses geschieht zunächst durch Trennung über eine Ionenaustauschersäule und nachträglicher Derivatisierung und anschließender UV-Detektion. Dadurch kann eine selektive und empfindliche Detektion der Zucker gewährleistet werden. Das angeschaffte Ionenchromatographie-System ist spezifisch auf die Anforderungen der Zuckerderivatisierung und -detektion ausgerichtet. Damit ist der Einfluss von Querkontaminationen aus anderen Cellulosebestandteilen auszuschließen.



Projektnummer: MF 140191, BMWi

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Labormischer FML 4

---

Das homogene Einmischen von Additiven, insbesondere das Einrühren pulverförmiger Zusatzstoffe, in das Präkondensat muss in ausreichender Qualität realisiert werden. Mit der vorhandenen Ausstattung konnte die notwendige gleichmäßige Durchmischung der Komponenten nicht erreicht werden was wiederum zu inhomogenen Proben führte. Dadurch war eine Reproduzierbarkeit der Ergebnisse bei Proben mit Additiven nicht zu gewährleisten.

Durch die Anschaffung des geschlossenen Hochleistungslabormischer (FML 4 der Fa. Hentschel) mit einem Arbeitsvolumen von 4 Liter kann das aufgetretene Problem der Inhomogenität behoben werden. Zukünftig können dem Präkondensat auch Verstärkungsfasern über den FML 4 homogen und schonend zugegeben werden.

Projektnummer: VF140034, BMWi

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Reinigungs- und Desinfektionsautomat

---



Hochleistungsschaumstoffe und deren Anwendungen setzen filigrane Schaumstrukturen einhergehend mit definierten Ausgangssituationen voraus. Verunreinigungen stören die Bildung gezielter Schaumstrukturen und beeinträchtigen die Prozessstabilität nachhaltig. Bisherige Versuche zeigten, dass bei der Herstellung der Lösung stark haftende Verunreinigungen durch die hochviskosen lipophilen Komponenten auftreten. Diese konnten in der Vergangenheit nur manuell mit hohem Aufwand gereinigt werden. Die Versuche zeigten, dass bei Rückständen durch die stark haftenden Komponenten Spurenverunreinigungen auftraten, welche die Reproduzierbarkeit der Versuche nachhaltig negativ beeinflusste.

Mit leistungsfähiger Laborreinigungsautomat (PG8593 Fa. Miele) kann eine definierte, rückstandslose Reinigung der für die experimentellen Arbeiten verwendeten Werkzeuge, Probengefäße und Geräteteile auch bei stark anhaftenden lipophilen Stoffen und an Teilen mit für die Reinigung schlecht zugänglichen Oberflächen realisiert werden. Dadurch wird die Reproduzierbarkeit der Versuchsergebnisse in der weiteren Projektarbeit gesichert.

Projektnummer: VF140034, BMWi

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Hydraulische Laborpresse

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Wärme- und kältespeichernde Transportfolien für temperatursensible Güter“ wurde eine Laborpresse von der Firma Vogt Labormaschinen GmbH angeschafft. Mit dieser soll die Herstellung von anwendungsspezifischen PCM-Verbundfolien sowie -platten im Technikumsmaßstab realisiert werden.

Diese Laborpresse ist mit heiz- und kühlbaren Pressplatten ausgestattet, sodass vollständige Presszyklusprogramme in Abhängigkeit von Zeit, Druck und Temperatur durchgeführt werden können. Mit einer Pressfläche von 400x400mm sowie einer maximalen Presstemperatur von 350°C können individuelle Pressformkörper hergestellt werden.



Projektnummer: MF 150011, BMWi

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Sprühroboter

Der Sprühroboter ermöglicht Nassbeschichtungen im Spraycoating-Verfahren bei erhöhter Reproduzierbarkeit des Prozesses im Vergleich zum versuchsweisen manuellen Nassauftrag für Forschungsexperimente. Homogene Trockenschichten im Mikrometer- bis in den Nanometerbereich werden so großflächig für die unterschiedlichsten Applikationsfelder, wie Barrierschichten oder auch elektrochrome Displays, zugänglich. Es können sowohl starre Substrate als auch Folien beschichtet und an Ort und Stelle getrocknet bzw. getempert werden, was durch einen beheizbaren Ansaugtisch möglich ist.



Projektnummer: VF140018, BMWi

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Lineargießcoater

---



Der Lineargießcoater der Firma MABA ist geeignet zur Sheet-to-Sheet Nassbeschichtung von Folien- und Glassubstraten aus Lösungen mittels Slot-die Coating. Er besteht aus einer mikroporösen & beheizbaren Vakuumpumpe zur Substratansaugung, der Gießereinheit (beheizbar, maximale Beschichtungsbreite 25 cm) sowie einem Trockenofen (Umluft- und Zuluftbetrieb, N<sub>2</sub>-Spülung). Damit lassen sich Substrate bis 30 x 80 cm Größe beschichten. Die Verfahrensgeschwindigkeiten des Substrattisches sind zwischen 0.1 – 1.5 m/min variierbar, Schrittweite 0.1 m/min. Eine Fallstromkabine zum Schutz vor Staubpartikeln ist integriert.

Projektnummer: MF130060, BMWi

Gefördert durch:



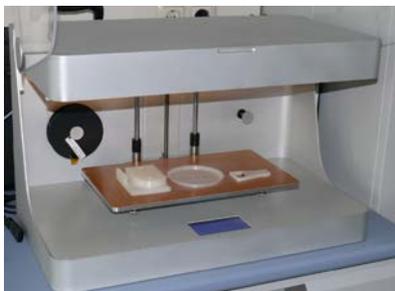
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## 3D-Drucker

---

Der 3D-Drucker „Mark One“ arbeitet nach dem Fused Deposition Molding (FDM) – Verfahren (auch fused filament fabrication – FFF). Dabei wird ein schmelzfähiges Polymer (Nylon) mittels beheizter Düse extrudiert und zu einem dreidimensionalen Formkörper aufgebaut. Um die mechanische Festigkeit der gedruckten Teile zu erhöhen, besteht die Möglichkeit, eine Endlosfaser (Glas / Kohlenstoff / Kevlar) mit einzubringen. Je nach Bauteilanforderung können über einen Zwischenstopp beim Drucken zusätzlich auch andere Elemente integriert werden, so dass funktionelle Prototypen entstehen.

Der Mark One kommt in der Abteilung Funktionspolymersysteme im Rahmen von Forschungsprojekten zum Einsatz und dient der Entwicklung komplexer Bauteile - auch zum Nutzen potentieller Forschungspartner.



3D-Drucker „Mark One“ und gedruckte Teile mit und ohne Faserverstärkung

Projektnummer: MF130102, BMWi

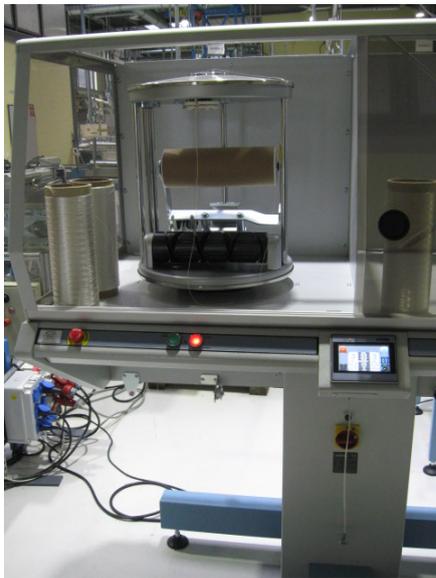
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Zwirnmaschine „Direct Twist“

---



Die Zwirnmaschine „Direct Twist“ ermöglicht das Zwirnen von unterschiedlichen Multifilamentgarnen. So können Multifilamentgarne mit Funktionssubstanzen wie z.B. flammhemmenden Additiven mit Garnen ohne Wirksubstanz gemischt werden. So kann die Wirksamkeit in verschiedenen textilen Verdünnungsstufen z.B. in Brandtests gemessen werden.

Projektnummer: MF140150, BMWi

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Ultraschall-Sonde Sonotrode VS200T

---



Für das Einmischen von festen Additiven, insbesondere das Einrühren pulverförmiger Zusatzstoffe in Lyocell-Spinnlösungen stehen der Arbeitsgruppe unterschiedliche Rührtechnik zur Verfügung. Die mechanischen Rührer wie Ultraturrax, Planetenrührer oder Laborkneter schaffen es jedoch in den meisten praktischen Anwendungen nicht Agglomerate vollständig aufzulösen. Hierzu ist eine ausreichend hohe Ultraschallenergie notwendig. Die leistungsfähige Ultraschallsonde Bandelin Sonotrode VS 200T ermöglicht das Einbringen hoher Ultraschalleistung direkt in die Suspension des Feststoffs im Lösemittel. Dadurch kann ein zuverlässiges Zerstören von Agglomeraten erreicht werden.

Projektnummer: MF140150, BMWi

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Trash Analyser 281C

---

Der Trash Analyser ermöglicht das Homogenisieren und Öffnen von Stapelfasern und Stapelfasergemischen. So können im Labor hergestellte Funktionsfasern für die weitere textile Verarbeitung vorbereitet bzw. mit anderen Faserkomponenten gemischt und homogenisiert werden.



Projektnummer: MF140150, BMWi

Gefördert durch:

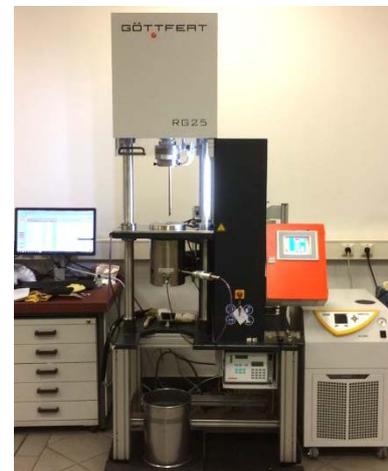


aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Hochdruck-Kapillarrheometer RHEOGRAPH 25

---

Der RHEOGRAPH 25 ist ein innovatives Hochdruck-Kapillarrheometer nach DIN 54811 zur Bestimmung des Fließverhaltens und der Viskosität thermoplastischer Kunststoffe und Kautschuke. Dabei wird Kunststoffgranulat oder Pulver in den aufgeheizten Prüfzylindern aufgeschmolzen und mit den Prüfstempeln und einer konstanten Kraft oder Geschwindigkeit aus den Kapillaren ausgepresst. Neben den rheologischen Parametern können zum Beispiel über die Option „pVT“ die thermodynamischen Eigenschaften, das spezifische Volumen des Polymers als Funktion von Temperatur und Druck, ermittelt werden. Diese Daten sind für die Simulation des Spritzgießprozesses besonders wichtig, können aber auch zur Beschreibung von Schrumpfvorgängen beim Abkühlen in Prozessen wie z.B. der Extrusion benutzt werden. Mithilfe dieser Daten ist man dazu in der Lage vorbereitend auf die Extrusion unbekannter, zu erforschender Materialien mit minimalem Materialeinsatz Rückschlüsse auf deren Verarbeitbarkeit ziehen.



Projektnummer: VF 140045, BMWi

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Polymersynthesetechnikum

---

Die Carbonfaserprojektgemeinschaft an unserem Institut konnte im Jahr 2015 ihre Technologieplattform erweitern. Eine neue Carbonisierungsanlage für HT-Carbonfasern ermöglicht Carbonisierungstemperaturen bis zu 1500°C. Damit kann eigenes Precursormaterial im TITK carbonisiert werden. Geeignete analytische Ausrüstung zur thermomechanischen Analyse (TMA) von Precursorfilamenten im geforderten Temperaturbereich wurde beschafft, installiert und in Betrieb genommen. Im Polymersynthesetechnikum erfolgte dazu die Herstellung von Versuchschargen von Acrylnitrilcopolymerisaten zur Verspinnung zu Precursormaterialien mittels Naßspinnverfahren auf der Basis von Dimethylsulfoxid. Die Synthesen erfolgten auf der neuen der 20 L Suspensionspolymerisationsanlage. Die Kesselinnenwand dieses neuen Apparates besitzt eine Reaktoroberfläche aus hochreinem Aluminium, das mit einem neuartigen Verfahren auf den Kesselmantel aufgetragen wurde. Dadurch konnte die Qualität der Copolymerisate erheblich verbessert werden. Des Weiteren wurden Katalysator- und Prozeßstudien zur kontinuierlichen Herstellung von Acrylnitrilcopolymerisaten mit eigenen Rezepturen durchgeführt. Diese Studien dienten der Verfahrensentwicklung für den Anlagenbau. Im besonderen Maße wurde der Aufreinigung durch Filtration, Wäsche und Sprühtrocknung Aufmerksamkeit geschenkt, um den hohen Qualitätsanforderungen an den Carbonfaserprecursor-Grundstoff gerecht zu werden.

Weitere Arbeitsschwerpunkte des Polymersynthesetechnikums lagen auf dem Gebiet der Entwicklung von modifizierten Polycarbonaten und Spezialpolyestern. Außerdem wurden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich Polyamidsynthese durchgeführt.

Projektnummer: MF 140004/ MF140081, BMWi

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Wissenschaftliche Kooperationen

---

## Netzwerke und Kooperationen

Die Fähigkeit, Innovationen zu schaffen, hat einen großen Einfluss auf die Wirtschafts- und Beschäftigungsentwicklung. Durch die Bündelung bestehender Kompetenzen mittels Schaffung von Allianzen aus Wirtschaft und Wissenschaft ist die Möglichkeit einer Weitergabe und wirtschaftlichen Nutzung von Wissen gegeben. Eigene stetige Wissenserweiterungen durch Forschung, Weiterbildung, Wissenskooperationen, Netzwerken und Partnerschaften sehen wir als Voraussetzung, um für innovative Unternehmen weltweit als kompetenter und vertrauenswürdiger Forschungspartner anerkannt zu werden.

Als **An-Institut der TU-Ilmenau**, Partner im **Kompetenzzentrum Polysaccharidforschung** sowie im **Europäischem Exzellenz-Netzwerk für Polysaccharid-Forschung (EPNOE)** und Partner in **Forschungsverbunden mit der FH- und FSU-Jena** und anderen Hochschulen und Forschungsinstitutionen wird die anwendungsnahe Forschung im TITK durch neue Ergebnisse in der Grundlagenforschung und anwendungsorientierten Ergebnissen ergänzt.

### **TITK ist An-Institut der Technischen Universität Ilmenau**

Seit Dezember 2004 ist das TITK "An-Institut" an der Technischen Universität Ilmenau. Dadurch werden die bestehenden Forschungs Kooperationen zwischen den beiden Partnern gefestigt und die Grundlagenforschung an der Technischen Universität Ilmenau profitiert von dem anwendungsorientierten interdisziplinären Know-how des TITK sowie von dessen Vernetzung mit der Industrie.

Ziel dieser Zusammenarbeit im Rahmen von Projekten der Grundlagen- bzw. Vorlaufforschung als auch der angewandten industriellen Forschung ist es, dass neuartige Werkstoffkonzepte und -ideen schnellstmöglich ihre Realisierung in neuen Produkten, Verfahren sowie Dienstleistungen finden und dadurch für die Wirtschaft nutzbar werden. Dazu beteiligen sich TU Ilmenau und TITK aktiv an einer Vielzahl von regionalen und überregionalen bis hin zu EU-weiten Initiativen zur Netzwerk- und Clusterbildung. Gemeinsame Forschungsschwerpunkte betreffen u. a. Aktivitäten zur Entwicklung von polymerbasierten Elektronikkomponenten, von Aktuatoren unter Nutzung von Funktionspolymersystemen, von Sensoren auf der Basis von Materialien mit Piezoeigenschaften zum Monitoring der Integrität von Faserverbundwerkstoffen sowie gemeinsame Materialentwicklungen im Rahmen der „Kunststoffinitiative Thüringen“ der Landesregierung des Freistaats, die integrierter Bestandteil des Thüringer Innovationszentrums Mobilität (ThIMo) an der TU Ilmenau ist sowie des Schwerpunktprogramms „Feldgesteuerte Partikel-Matrix-Wechselwirkungen: Erzeugung, skalenübergreifende Modellierung und Anwendung magnetischer Hybridmaterialien“ (SPP 1681), das die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert. Die enge und sehr erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen der Technischen Universität Ilmenau und dem TITK wird deutlich vor dem Hintergrund der in letzter Zeit acht gemeinsam akquirierten und hochgradig interdisziplinär bearbeiteten Forschungsprojekten mit einem Förder- bzw. Drittmittelvolumen für beide Partner von über 4,1 Millionen Euro.

### **EPNOE**

Der aus dem gleichnamigen EU-Projekt hervorgegangene EPNOE-Verein hat auch im Jahr 2015 seine erfolgreiche Entwicklung fortgesetzt. Entsprechend einer Übereinkunft der 16 Mitglieder von Universitäten und Forschungsinstituten aus 9 EU-Staaten liegt der Schwerpunkt der Aktivitäten des Vereins auf dem Gebiet der Aus- und Weiterbildung in den Themenfeldern Chemie, Physik und Technologie der Polysaccharide sowie auf FuE-Dienstleistungen für die Europäische Industrie in den Themenfeldern Gewinnung, Verarbeitung und Anwendung von Polysacchariden. Im ausgelaufenen Jahr hat das Netzwerk enge Verbindungen zur Sektion Cellulose und Biopolymere der ACS hergestellt und regelmäßige Abstimmungsrunden zu den Themenschwerpunkten beider Organisationen sowie die gegenseitige Beteiligung an Konferenzen vereinbart.

Das Projekt EPNOE-CSA, zum Ausbau der Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Polysaccharidwissenschaften, insbesondere in den Themenfeldern *Health* und *Food* konnte 2015 erfolgreich abgeschlossen werden. Die Fachabteilung „Native Polymere und Chemische Forschung“ arbeitete zudem im EU-Projekt „Textiles for an ageing society“ (TAGS) mit, welches sich mit der Entwicklung von textilen Erzeugnissen für die alternde Gesellschaft auseinandersetzt und von der Uni Innsbruck koordiniert wurde.

In einem gemeinsam mit der Abo Akademie Turku, Finnland, der Universität Graz, Österreich und der Universität Maribor, Slowenien akquirierten Verbundprojektes im Rahmen des transnationalen WoodWisdom-Programms wurden im Jahr 2015 Verfahren zur Erzeugung und Anwendung von Polysaccharidmikro- und -nanopartikeln fortgesetzt.

# Wissenschaftliche Kooperationen

Vertreter der Abteilung Chemische Forschung vermittelten weiterhin ihr Fachwissen über die Auflösung von Cellulose in Direktlösemitteln wie NMMO und Ionischen Flüssigkeiten (IL) sowie deren Trocken-Nass-Verformung zu Fasern, Folien und Vliesstoffen an junge Nachwuchswissenschaftler im Rahmen eines Technologie-Workshops an der Abo Akademie in Turku, Finnland. Die mit rund 30 Teilnehmern gut besuchte und gemeinsam mit der FSU Jena und drei weiteren finnischen Unternehmen organisierte Veranstaltung fand in diesem Jahr bereits zum 5. Mal statt.

## **Kompetenzzentrum Polysaccharidforschung (KZP)**

Das im Jahr 2002 gegründete Kompetenzzentrum Polysaccharidforschung verbindet FuE-Aktivitäten des TITK und der AG Heinze am Institut für Organische Chemie und Makromolekulare Chemie der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Im Mittelpunkt stehen gemeinsame FuE-Aktivitäten zur Entwicklung von funktionalen Polysaccharidderivaten auf Basis von Synthesestrategien in homogener Phase.

In Grundlagen- und angewandten Forschungsprojekten werden innovative PS-Produkte und Verfahren entwickelt und evaluiert. Die vorhandene Labor- und KTA-Technik erlaubt die Überführung von Verfahren bis in einen kleintechnischen Versuchsmaßstab. Überdies garantiert die Arbeit des KZP eine technologienahe Aus- und Weiterbildung von Studenten auf den Gebieten Polysaccharide, organische und makromolekulare Chemie langfristig. In Forschungsarbeiten sind auch, Doktoranden und Post-Doktoranden aktiv eingebunden. Jahreshöhepunkt dabei war die erfolgreiche Verteidigung der Promotion von Herrn Michael Schöbitz über die Synthese und Anwendung von Polysaccharidderivaten mit dendronischen Substituenten, die zum Ende des Jahres mit gutem Erfolg abgeschlossen werden konnte.

Aktuelle Projekte sind mit der Synthese von schmelzbaren Stärkederivaten sowie der Entwicklung innovativer Lebensmittelfolien mit einstellbaren bioaktiven Eigenschaften befasst.

## **InnoEmTex-Netzwerk – Umwelt- und Klimaschutz auf textiler Basis**

Mit Beginn des Jahres 2015 wurde das InnoEmTex-Netzwerk, ein Zusammenschluss von 4 institutionellen und 12 unternehmerischen Partnern aus der Region Vogtland/Thüringen, begonnen. InnoEmTex ist ein Kooperationsnetzwerk von Unternehmen, wissenschaftlichen Partnern und wirtschaftsnahen Instituten aus den Bereichen Textilwirtschaft, Medizin- und Biotechnologie, Klima- und Umwelttechnik, Bauindustrie, Mechanik und Werkstoffforschung. Das Netzwerk hat das Ziel, mittels gemeinsamer Kooperationsvorhaben die Erforschung und Entwicklung von textilen Produkten und Matrixsystemen für Hightech-Applikationen zum Schutz vor und zur Reduzierung von Emissionen voranzubringen. Durch die interdisziplinäre Vernetzung von Unternehmen aus den unterschiedlichen Industriezweigen und institutionellen Partnern aus der Wissenschaft sollen innovative Produkte in diesen Anwendungsfeldern entwickelt und bewertet werden. In gemeinsamer Verknüpfung der Kompetenzen der Partner wurden neue Projektideen generiert und mit deren Umsetzung begonnen. Schwerpunkte sind hierbei die Entwicklung von innovativen Produkten und Verfahrenstechniken zur Vermeidung und Verringerung von Emissionen die auf Mensch, Tier und Umwelt einwirken. Das Konsortium wird durch Frau Steffi Volland von der Luvo-Impex GmbH Oelsnitz (1. Reihe halbrechts) koordiniert. Im Rahmen der Netzwerkaktivitäten ist geplant, dass zwei der fünf FuE-Vorhaben unter maßgeblicher Mitwirkung von Wissenschaftlern des TITK umgesetzt werden.



# Wissenschaftliche Kooperationen

## **NaFa-Tech – Netzwerk -**

### **Neue Verfahren und Ausrüstungen zur Ernte und Aufbereitung von einheimischen Faserpflanzen**

In dem seit 2014 arbeitenden Netzwerk vereinen sich 14 Unternehmen und 2 Forschungseinrichtungen, die sich das gemeinsame Ziel gesetzt haben, die Faserpflanzennutzung in Deutschland durch die Entwicklung von neuen und innovativen:

- Ernte-Techniken und -Verfahren,
- Aufbereitungsverfahren und
- Herstellungsverfahren für Naturfaserhalbzeuge

zu entwickeln und zu popularisieren. Dazu wollen die Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette vom kontrolliert biologischem Anbau, dem Bau von Erntetechnik über die Fasergewinnung und Aufbereitung im Rahmen dieses Netzwerkes zusammenarbeiten. Im Rahmen des ZIM-KF-Projektes „Entwicklung einer durchgängigen Prozesslinie zur Herstellung von Cellulose-Regenerat-Fasergarnen, textiler Flächen sowie papierbasierten Werkstoffen aus kbA-Bastpflanzenzellstoff“ arbeitet das TITK intensiv an der Bewertung von Verarbeitungsmöglichkeiten von Pflanzenzellstoffen im Direktlöseverfahren. Koordinatoren des Netzwerkes sind die Herren Dr. Paulitz und Dr. Grusovius vom Sachsenleinen e.V., der sich auch maßgeblich um den Wiederaufbau kontrolliert biologischen wachsenden Industriehanf in den traditionellen Regionen der Freistaaten Sachsen und Thüringen sowie im Land Brandenburg bemüht.



*Industriehanfversuchsfläche Mitte August 2015 in der Nähe von Pahren/Thüringen*

## **NeZuMed – Netzwerk für innovative Zulieferer in der Medizintechnik**

Seit Juni 2015 ist das TITK Mitglied im Netzwerk für innovative Zulieferer in der Medizintechnik (NeZuMed). Das Netzwerk besteht aktuell aus 30 kleinen und mittelständischen Unternehmen sowie Forschungseinrichtungen und versteht sich als Plattform für Kooperationen zwischen den Zulieferern und den OEM. Das Netzwerk veranstaltet zweimal jährlich ein Netzwerktreffen, an denen das TITK auch bereits teilnehmen konnte. Zusätzlich werden jährlich kleine, regionale Fachmessen organisiert, bei denen jedes Mitglied günstig ausstellen kann und gleichzeitig Gelegenheit zum fachlichen Austausch durch Fachvorträge gegeben ist. Im Rahmen dieser Netzwerktreffen und Fachmessen konnten bereits zahlreiche Kontakte zu Unternehmen aus der Medizintechnikbranche geknüpft werden. Ebenfalls bietet das NeZuMed die Möglichkeit zu Gemeinschaftsständen auf nationalen und internationalen Medizintechnikmessen sowie ein umfangreiches Schulungsprogramm zu gesetzlichen Vorgaben und deren Umsetzung im Bereich der Medizintechnik an. Einzelne Schulungen wurden von verschiedenen Mitarbeitern des TITK bereits erfolgreich in Anspruch genommen.

## **ZIM-Netzwerk – FiVe-Net**

Im Bereich der Werkstoffe spielen Verbundwerkstoffe auf Polymerbasis aufgrund zweier wesentlicher Vorteile eine immer wichtigere Rolle. Zum einen können mechanische Anforderungen wie Zugfestigkeit oder Biegesteifigkeit mit einem wesentlich geringeren Gewicht realisiert werden, was etwa im Leichtbau von Fahrzeugen oder Windkraftanlagen (Rotorblätter) ausgenutzt wird. Zum anderen können zusätzliche Funktionen in die Werkstoffe integriert werden. Deshalb hat sich das Netzwerk „FiVe-Net“ zum Ziel gesetzt, F&E-Projekte mit dem Ziel zu generieren, Verbundwerkstoffe mit integrierten Funktionen in konkreten Anwendungen zu entwickeln.

Eines der 13 Projekte im Netzwerk unter der Federführung des TITK beschäftigte sich damit, Sensoren auf Faserbasis in Rotorblätter einzubringen, um Materialparameter während des laufenden Betriebs zu messen. Daraufhin kann auf Material- oder Prozessschäden geschlossen werden, was durch die Herstellung von Grenzmustern gezeigt wurde, sowie auf den Alterungszustand. Die gemessenen und interpretierten Parameter sind dabei der Körperschall (Piezosensoren), die Temperatur und die Feuchtigkeit im Inneren des Rotorblatts. Im Ergebnis konnten die eingebrachten Schäden durch die Sensorik eindeutig detektiert werden, während bereits Gespräche mit einem interessierten Rotorblatthersteller über ein Anschlussprojekt laufen.

# Wissenschaftliche Kooperationen

---

## Mitgliedschaften

Das Thüringische Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e. V. arbeitet in nachstehenden Verbänden, Vereinen bzw. Fachgremien mit, teilweise durch Mitwirkung in den Vorständen.

- AIM-Deutschland e. V. - Verband für Automatische Datenerfassung, Identifikation und Mobilität
- ait - Arbeitskreis Informationsvermittler Thüringen
- AITEX – Asociación de Investigación de la Industria Textil, Alcoy (Alicante) SPAIN
- AVK-TV – Industrievereinigung verstärkte Kunststoffe e. V.
- BWA - Bundesverband für Wirtschaftsförderung und Außenwirtschaft Berlin
- Carbon Composites e.V., Augsburg
- CC-Nano-Chem - Chemische Nanotechnologie für neue Werkstoffe
- Cetex - Förderverein Cetex Chemnitzer Textilmaschinen-Entwicklung e. V.
- Dachverband der HDI-Gerling Unterstützungskassen e.V.
- dbv - Deutscher Bibliotheksverband Berlin
- DECHEMA e. V. Frankfurt/M. - Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V.
- Deutsche Industrieforschungsgemeinschaft „Konrad Zuse“ e.V.
- DGM - Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V.
- DTB - Dialog Textil-Bekleidung
- ECP Grimmitschau - European Center of Plastic
- EPNOE Association
- European Technology Platform for the Future of Textiles and Clothings
- Faserkompetenzatlas des Fiber International Bremen e. V. (FIB)
- FIAB - Förderverein Institut für Angewandte Bauforschung Weimar e.V.
- FILK - Verein zur Förderung des Forschungsinstitutes für Leder- und Kunststoffbahnen gGmbH
- Flock Association of Europe e.V.
- Förder- und Freundeskreis der Technischen Universität Ilmenau e. V.
- Fördergemeinschaft für das Süddeutsche Kunststoff- Zentrum e. V. Würzburg
- Fördergemeinschaft für den Lehrstuhl Kunststofftechnik an der TU Chemnitz e. V. (FKTU Chemnitz)
- Fördergemeinschaft Kompetenzzentrum für Polysaccharid-Forschung e. V. Jena-Rudolstadt
- Fördergemeinschaft für das Kunststoff-Zentrum Leipzig e.V.
- Förderkreis der Fachhochschule Jena e. V.
- Förderverein Schallhaus und Schlossgarten e. V.
- Forschungsgemeinschaft biologisch abbaubare Werkstoffe e. V. (FBAW)
- Forschungskuratorium Textil e. V., Eschborn
- Forschungsvereinigung Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen e. V., Rudolstadt
- Forschungszentrum für Medizintechnik und Biotechnologie GmbH (fzmb), Bad Langensalza
- Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS), Hermsdorf
- FTVT - Forschungs- und Technologieverbund Thüringen e. V.

# Wissenschaftliche Kooperationen

---

- GECO - Verein zur Förderung des Schutzes vor Geruchslasten und korrosiv verursachten Vermögensschäden, für nachhaltige Entlastung der Umwelt und Schonung von Ressourcen, Gera
- Geschichtsverein Chemiestandort Schwarza e. V.
- Gesellschaft der Freunde und Förderer der Friedrich-Schiller-Universität Jena e. V.
- Industrie- und Handelskammer Ostthüringen zu Gera
- Ihd - Institut für Holztechnologie Dresden e.V.
- Kriminalistisches Institut Jena e. V. (KIJ)
- Leichtbau-Cluster, Fachhochschule Landshut
- NEMO Netzwerk PolymerTherm, Gera
- Netzwerk Novascape, Frankfurt/ M.
- Netzwerk „Biogene Korrosion und Geruch“
- NeZuMed – Netzwerk für innovative Zulieferer in der Medizintechnik
- OAV - Ostthüringer Ausbildungsverbund e. V.
- PEZ – Projekt-Entwicklungszentrum in Thüringen e.V.
- PolyApply Associated Network
- POLYKUM e. V. - Fördergemeinschaft für Polymerentwicklung und Kunststofftechnik in Mitteldeutschland
- Polymermat e. V. - Kunststoffcluster Thüringen
- Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e. V. Greiz
- TÜV - Technischer Überwachungsverein Thüringen
- UBAT - Umweltberatung/Umweltanalytik Thüringen e. V.
- UMU - Union mittelständischer Unternehmen e. V.
- Verband der Nord-Ostdeutschen Textil- und Bekleidungsindustrie e. V. Chemnitz
- Verband innovativer Unternehmen und Einrichtungen zur Förderung der wirtschaftsnahen Forschung in den neuen Bundesländern und Berlin e. V. (VIU)
- Verein Creditreform Gera e. V.
- Verein Textildokumentation und –information e.V.

# Forschung

---

## Abgeschlossene, öffentlich geförderte Forschungsprojekte 2015

### **Native Polymere und Chemische Forschung**

Dipl.-Chem. Knut Stengel

Entwicklung biologisch abbaubarer, sprühfähiger Flüssigsilfolie auf Polysaccharidbasis zur Konservierung und Lagerung von landwirtschaftlichen Produkten

BMWi / ZIM, KF2099117CJ2, Laufzeit: 01.01.2013 – 31.03.2015

Dr. Martin Sellin, Dr. Marcus Krieg

Entwicklung von Strumpfwaren mit verbessertem Tragekomfort und hautpflegender Zusatzfunktion durch Lyocellkompositfasern mit natürlichen Ölen

BMWi / ZIM, KF2099120MF3, Laufzeit: 01.09.2013 – 31.08.2015

Dipl.-Ing. (FH) Yvonne Ewert

Untersuchungen zum Verarbeitungsverhalten von Meltblown-Spunlaid aus duromerem Aminoplast

BMWi / IGF, 17817BR, Laufzeit: 01.12.2013 – 31.11.2015

Dr. Marcus Krieg

Textilien zur Abschirmung von Röntgenstrahlung

BMWi / IGF, 17783 BG, Laufzeit: 01.05.2013 – 31.07.2015

Dr. Frank-Günter Niemz

Polyacrylnitrilfasern auf der Basis eines Spinnverfahrens aus ionischen Flüssigkeiten für den Einsatz als Verstärkungsfasern und als Precursor für Carbonfasern

BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 1200178, Laufzeit: 01.03.2013 – 31.08.2015

Dr. Jens Schaller

Herstellung von Hydrogelen für Wundverbandmaterial auf Basis von Polysaccharidderivaten und natürlichen Vernetzern

BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 130029, Laufzeit: 01.08.2013 – 31.12.2015

Dr. Thomas Schulze

Neuartige Adsorberfibrade auf Basis eines umweltfreundlichen Celulose-Direktlöseverfahrens

BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 130080, Laufzeit: 01.10.2013 – 31.12.2015

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Kindler

Funktionalisierung von Aminoplast-Spinnvliesen

BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 120188, Laufzeit: 01.03.2013 – 30.06.2015

# Forschung

---

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Kindler

Entwicklung von ultralofen Melaminharz-Spinnvliese zur Wärme- und Akustikdämmung

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 120189, Laufzeit: 01.03.2013 – 31.05.2015

Dr. Marcus Krieg

TAGS – Textiles for Aging Society

EU, FP7-NMP-2011-CSA-5 TAGS 290494, Laufzeit: 01.01.2012 – 31.12.2015

## **Textil- und Werkstoff-Forschung**

Dipl.-Ing. (FH) Katrin Ganß

Untersuchungen zum Wirkmechanismus von Carbon-Stapelfasern in duroplastischen Matrixmaterialien

BMW/ INNO-KOM-Ost, VF 110033, Laufzeit: 01.07.2012 - 31.12.2014

Dipl.-Ing. Gerald Ortlepp

Sekundäre Hochleistungsfasern prozessoptimiert im Leichtbau

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 120160, Laufzeit: 01.01.2013 – 31.12.2014

## **Kunststoff-Forschung**

Dipl.-Chem. Klaus Rucho

Speicherung von Wärmeenergie in Temperaturbereichen über 100°C mittels innovativer polymergebundener Latentwärmespeicher- Composites auf der Basis von Zuckeralkoholen für die Prozesswärmebereitstellung

BMW/ INNO-KOM-Ost, VF 120043, Laufzeit: 01.03.2013 – 31.08.2015

Dr. Janine Bauer

Ausrüstung von Cellulose mit nativen antibakteriellen Peptiden

BMW/ INNO-KOM-Ost, VF 120027, Laufzeit: 01.10.2012 – 31.03.2015

Dipl.-Chem. Günther Pflug

Entwicklung magnetodielektrischer Polymersubstrate mit abstimmbaren Materialeigenschaften für Streifenleitungs- und Planarantennen im Hochfrequenzbereich

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 120196, Laufzeit: 01.04.2013 – 30.09.2015

## **Funktionspolymersysteme**

Dr. Frances Stöckner

Enzymatische Modifizierung von Polyethylenterephthalat

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF130058, 01.10.2013 – 31.12.2015

Dr. Thomas Welzel

Herstellung von Shape-memory Filamenten aus Polyurethan mit verbesserter  
Formgedächtniszyklenfestigkeit

BMW/ INNO-KOM-Ost, VF 120033, Laufzeit: 01.01.2013 – 30.06.2015

## Entwicklung biologisch abbaubarer, sprühfähiger Flüssigsilofolie auf Polysaccharidbasis zur Konservierung und Lagerung von landwirtschaftlichen Produkten

Projektleiter Dipl.-Chem. Knut Stengel  
Projektnummer BMWi / ZIM, KF2099117CJ2  
Laufzeit 01.01.2013 – 31.03.2015

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Die Aufgabe des vorliegenden Forschungsvorhabens bestand in der Entwicklung und Herstellung textilbasierter, cellulosischer Folien zur Konservierung und Lagerung von verderblichen land- und forstwirtschaftlichen Produkten.

### Ergebnisse

Aus dem Gesamtziel des Projektes sind folgende wissenschaftlich technische Arbeitsziele erreicht worden:

- Entwicklung von Rezepturen für wässrige, sprühfähige Dispersionen und Lösungen der ausgewählten Rohstoffe
  - Charakterisierung der Filmbildungsprozesse und der resultierenden Folieneigenschaften im Labormaßstab
  - Auswahl und Herstellung eines cellulosischen Gewebes als Trägermaterial für die Sprühfolien
  - Auswahl einer geeigneten Sprühtechnik zum Aufbringen der Dispersionen bzw. Lösungen auf die Silofolie
  - Es erfolgten erste anwendungstechnische Untersuchungen in Verbindung mit der Ausbringung der Flüssigsilofolie in der Klimakammer und im Gewächshaus.
  - Als Trägermaterial für die Beschichtungsversuche wurde ein Gewebe aus 100% Viskose entwickelt.
  - Die Herstellung der Sprühfolien erfolgt nicht, wie ursprünglich vorgesehen über eine Vernetzungsreaktion mit Dialdehyden, sondern durch die Herstellung der bisher in wässriger Lösung nicht bekannten Säureform der Carboxymethylcellulose, durch Umsetzung mit Fruchtsäuren oder Phosphorsäure und einer Vernetzung mit Harnstoff. Alle hier eingesetzten Grundstoffe sind lebensmittelrechtlich unbedenklich und besitzen E-Nummern.
  - Auf Grund der Witterungsbedingungen war eine Herstellung der Folien im Freien nur bedingt möglich, deshalb wurden Beschichtungsversuche auf cellulosischem Gewebe in einem eingehausten Gebäude maschinell durchgeführt.
- Die entstandenen Folien waren während des gesamten Prüfzeitraumes wasserunlöslich, leicht quellbar, dehnbar, luftundurchlässig und wiesen keine Fehlstellen auf.
- Zur Senkung der Materialkosten wurden ebenfalls cellulosische Vliese beschichtet, die allerdings in der Dehnfähigkeit noch nicht den Anforderungen entsprachen.

Als Ausgangsstoffe für die Herstellung der Folien wurden Cellulosederivate wie Hydroxyethylcellulose [HEC] und Carboxymethylcellulose [CMC] eingesetzt. Diese Polysaccharide sind wasserlöslich. Die Filmbildung wird durch Ausnutzung vorhandener filmbildender Eigenschaften der Polymere und durch gezielte chemische Vernetzung erreicht.

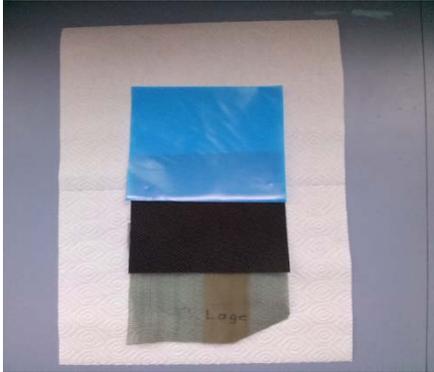


Abb. 1: Handelsübliche dreilagige Silofolie



Abb. 2: Flüssigsilofolie mit Gewebeunterlage auf Silage

## Anwendung

Auf Seiten Silage verarbeitender Betriebe besteht ein großes Interesse zum Einsatz dieser Folie. Ein großtechnischer Test auf Silage war auf Grund der Wetterlage im Frühjahr 2015 noch nicht möglich, da die Nachttemperaturen fast ständig nahe dem Gefrierpunkt lagen und somit für unser Wasser basiertes System kontraproduktiv waren.

## Entwicklung von Strumpfwaren mit verbessertem Tragekomfort und hautpflegender Zusatzfunktion durch Lyocellkompositfasern mit natürlichen Ölen

Projektleiter Dr. Martin Sellin, Dr. Marcus Krieg  
Projektnummer BMWi / ZIM, KF2099120MF3  
Laufzeit 01.09.2013 – 31.08.2015

Gefördert durch:  
  
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie  
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Die Entwicklung und Erprobung von neuen Lyocellfasern mit hautpflegenden Wirksubstanzen und deren Verarbeitung zu Strumpfwaren standen im Mittelpunkt des Forschungsvorhabens.

### Ergebnisse

Es konnte gezeigt werden, dass mit Hilfe des Lyocellverfahrens Funktionsfasern mit hohen Gehalten an natürlichen Ölen und öllöslichem Tocopherol hergestellt werden können. Für die Aufgabenstellung besonders geeignete Öle sind Olivenöl, Sheaöl, Jojobaöl, und Kokosöl. Eine Mischung von Sheaöl, Jojobaöl, und Kokosöl mit einer paraffinischen Trägerkomponente unter Zugabe von Tocopherol führt zu einer gut spinnbaren Multiölfaser. Diese Faser hat eine ausgezeichnete Waschbeständigkeit.

### Anwendung

Um eine gute Verarbeitung der Fasern in produktionsnahen Prozessen zu ermöglichen ist eine Anpassung und Optimierung der Avivage erforderlich. Hier führt der Einsatz einer Antistatik-Avivage zu einer Verbesserung bei der textilen Verarbeitung. Das Färben der Garne mit Funktionsfaseranteil ist auf industriellen Garnfärbeapparaten möglich. Es führt zu moderaten Verlusten an Tocopherol. Wird eine Vorbleiche durchgeführt ergeben sich deutlich größere Verluste an Vitamin E durch oxidativen Abbau. Ein solcher Verfahrensschritt sollte daher vermieden werden. Es konnten Mustertextilien hergestellt werden, die eine Umsetzbarkeit der gefundenen Lösung in industrielle Prozesse entlang der textilen Wertschöpfungskette zeigen.



Abb. 1: Vitamin E-haltiges Garn nach der Färbung



Abb. 2: Herrensocke mit Vitamin E als Demonstrator

# Forschung

---

## Untersuchungen zum Verarbeitungsverhalten von Meltblown-Spunlaids aus duromerem Aminoplast

Projektleiter Dipl.-Ing. (FH) Yvonne Ewert  
Projektnummer BMWi / IGF, 17817BR  
Laufzeit 01.12.2013 – 31.11.2015

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Ziel des Forschungsvorhabens war die Gewinnung von grundlegenden Erkenntnissen zum Verarbeitungsverhalten von duromeren Meltblown-Spunlaids auf der Basis eines neuartigen extrudierbaren Aminoplastharzes. Dabei sollte das duromere Ausgangsmaterial den unterschiedlichen realen Prozessbedingungen bei der Vliesstoffverarbeitung für verschiedenartigste technische Textilien gerecht werden.

### Ergebnisse

Die Untersuchungen am TITK konzentrierten sich auf die Einflüsse der verfahrensrelevanten Parameter zum Erspinnen feiner Fasern aus thermoplastisch verarbeitbaren Aminoplastgranulaten mittels modifizierter Meltblown-Technologie, die für eine homogene Vliesablage bedeutsamen Faktoren sowie die Nachbehandlung zur Schaffung eines duromeren Flächengebildes.

Durch die Besonderheiten bei der Verarbeitung der Aminoplastgranulate (enges Verarbeitungsfenster, starke Hygroskopie) wurden zur Optimierung der Extruder-Laufzeit die Temperaturzonen angepasst. Hierbei wurde die Einfüllzone des Extruders aktiv gekühlt. So konnte sichergestellt werden, dass es durch die Wärmeleitung über die Extruderschnecke auch beim Langzeitbetrieb nicht zu einem Aufheizen der Einfüllzone kommt. Dies hätte beim Überschreiten der Gelpunkttemperatur des Harzes ein Ankleben in der Einfüllzone zur Folge, was zu Zuführungsstörungen führen würde.

Je nach gewählten Prozessparametern ist es möglich Aminoplast-Meltblown-Spinnvliese mit unterschiedlichen, anwendungsoptimierte Eigenschaften herzustellen. Für die Herstellung stark verdichteter Meltblown-Spunlaids wurde die Kombination von starker Absaugleistung und geringem Abstand zwischen Spinnbalken und Ablageband gewählt. So konnte ein dichtes Vlies aus tendenziell sehr feinen Fasern gebildet werden. Das hergestellte Material weist für die Weiterverarbeitung in späteren Arbeitsschritten eine dichte, weitgehend geschlossene Vliesoberfläche sowie gute Wiederabrollbarkeit des gewickelten Materials auf. Für die Herstellung von sehr voluminösen Vlies-Varianten kommt eine Trommelablage zum Einsatz, bei der die Vliesbildung im Spalt zweier perforierter Trommeln stattfindet. Die so abgelegten Spinnvliese weisen neben ihrer verbesserten Homogenität besonders hohe akustische Dämmeigenschaften auf und können ebenfalls leicht für die Weiterverarbeitung abgerollt werden, da sowohl Unter- als auch Oberseite leicht verdichtet sind.

Des Weiteren wurden umfangreiche Versuchsreihen zur Härtung der Meltblown-Spunlaids aus duromerem Aminoplast durchgeführt. Dabei wurden sowohl die notwendigen Temperaturen als auch die Verweilzeiten bestimmt.

Mit den erhaltenen Informationen war es möglich, eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des Materials zu erreichen. Zusätzlich konnte eine Verweilzeitoptimierung zur Erfüllung der strengen Vorgaben bezüglich des Formaldehydgehalts nach DIN EN ISO 14184-1 sowie nach VDA 275 erzielt werden.

Bei Verwendung von Klebevliesen aus Polyester-Copolymeren im Flächenmassebereich von 10 bis 20 g/m<sup>2</sup> ließen sich effizient stabile Verbunde fertigen. Die Verbunde wurden durch Kalandrieren sowie durch die Nutzung eines Doppelbandtrockners nachbehandelt. Letztere Variante zeigte sowohl qualitativ als auch bezüglich der Produktionsgeschwindigkeit besonders mit zunehmender Flächenmasse deutliche Vorteile.

Untersuchungen zur Fluor-Carbon-Imprägnierung der Meltblown-Spunlaids waren auch ohne vorrausgehende Oberflächenaktivierung möglich. Die Brandklasse blieb nach der Imprägnierung erhalten.

# Forschung

---

Eine einseitig geschlossene Oberfläche der MB-Spunlaid sollte durch Beschichtung erzeugt werden. Neben den erfolgreichen Versuchen zum Kalandrieren von thermoplastischen Materialien auf die Vliesstoffbahn wurden als Alternative vernetzende Cellulosederivate genutzt.

Vorteile der zweiten Vorgehensweise sind das Arbeiten im wässrigen Medium und das Vorliegen eines nach der Behandlung nichtschmelzenden Materials. Das Cellulosederivat liegt als wässrige Lösung vor und kann über Spüh- und Rakelprozesse appliziert werden. Weiterhin bleibt bei einem auf diese Weise beschichteten Vliesstoff unter Verwendung von flammhemmend modifizierten Cellulosederivaten sein selbstverlöschender Charakter erhalten. Im Ergebnis der Versuchsreihen stellte sich jedoch heraus, dass es auch bei Verwendung von hochviskosen Cellulosederivat-Lösungen zu einem weitgehenden Durchschlagen des Cellulosederivats durch den gesamten Vliesstoffquerschnitt kommt. Für eine rein einseitige Oberflächenbeschichtung ist diese Methode dem Verbund mit Thermoplasten unterlegen. Die textilphysikalischen Untersuchungen der so behandelten MB-Spunlaid zeigen eine deutliche Festigkeitssteigerung.

Die verschiedenen Meltblown-Qualitäten wurden am STFI hinsichtlich ihres Verarbeitungsverhaltens sowie ihrer textilphysikalischen Eigenschaften untersucht und bewertet. Unter zielgerichteter Anwendung der Vliesverfestigungsverfahren Vernadeln und Verwirbeln mittels Wasserstrahlen wurden die vom TITK für die Untersuchungen hergestellten Meltblown-Spunlaid mechanisch stabilisiert. Die Oberflächenstruktur wurde gezielt beeinflusst, um ein prozesskompatibles Handling des durch den duromeren Charakter spröden Materials in der Weiterverarbeitung zu Folge- bzw. Endprodukten zu gewährleisten.

## Anwendung

Im Rahmen der strategischen Fokussierung der klein- und mittelständischen Textilunternehmen auf technische Anwendungen werden Produkte für den speziellen Einsatz im Hochleistungsbereich (hohe Dauerstands- und Zersetzungstemperatur, sehr gutes akustisches Isolationsvermögen, intrinsische Flammfestigkeit, etc.) verstärkt nachgefragt. MER-Vliesstoffe leisten dafür einen wesentlichen Beitrag.

Zur Identifikation effizienter Anwendungslösungen für das neuartige Material waren weitere Untersuchungen heranzuziehen, innerhalb derer temperaturbeständige Lösungen für unterschiedlichste technische Einsatzbereiche betrachtet wurden.

Auf Basis der Bewertung des MB-Spunlaidmaterials werden vor allem Materialverbundkonstruktionen angestrebt. In Abstimmung mit dem projektbegleitenden Ausschuss wurden potenzielle Anwendungsfelder in den Produktgruppen Hitzeschutz, Heißluftfiltration und Schallisolation identifiziert.



*Aminoplast-Meltblown-Spunlaid*

## Textilien zur Abschirmung von Röntgenstrahlung

Projektleiter Dr. Marcus Krieg  
Projektnummer BMWi / IGF, 17783 BG  
Laufzeit 01.05.2013 – 31.07.2015

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

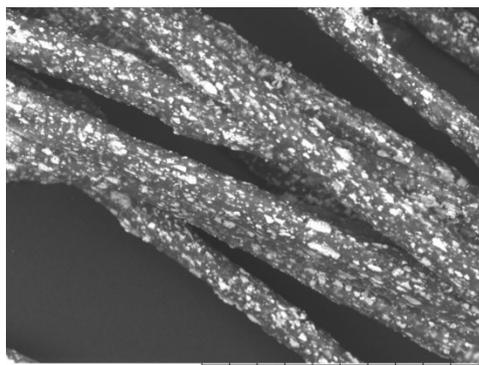
Die Entwicklung und Herstellung von Funktionsmustern mit einem hohen Abschirmungsvermögen für Röntgenstrahlung war das Ziel des Forschungsvorhabens. Dabei sollte der textile Charakter und die Trageigenschaften gegenüber herkömmlichen Produkten nicht beeinträchtigt sein. Eine Verarbeitung des Materials auf normalen Textilmaschinen unter produktionsnahen Bedingungen wurde angestrebt.

### Ergebnisse

Das IGF-Vorhaben zur Entwicklung von Textilien zur Abschirmung von Röntgenstrahlung stellt ein erfolgreiches Kooperationsprojekt zweier Forschungseinrichtungen dar - Forschungsinstitut für Textil und Bekleidung der Hochschule Niederrhein und Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e.V. (TITK). Das Projekt wurde im Juli 2015 erfolgreich abgeschlossen. Es gelang die Herstellung von organisch/anorganischen Kompositfasern mit hohem Anteil an anorganischen Röntgenabsorberpartikeln durch Einsatz des Lyocellprozesses (Abbildung 1 zeigt hier eine Beispielfaser). Die Verminderung der Röntgendurchlässigkeit – verursacht durch die anorganische Faserkomponente – kann in verschiedenen Methoden nachgewiesen werden. Besonders signifikant ist diese Verminderung für weiche Röntgenstrahlung mit Photonenenergien  $< 20$  keV und bei Sekundärstrahlung im streifendem Einfall.

### Anwendung

Im Rahmen der Untersuchungen wurde auch die Verarbeitung dieser Kompositfasern zu Garnen, Geweben und Gestriken mit Produktionsmaschinen realisiert. Es konnte zudem eine Produktion Fertigung von Mustern der einer textilen Funktionsbekleidung konnte erfolgreich umgesetzt werden. Abbildung 2 zeigt hier als Beispiel eine realisierte Jacke. Die bekleidungsphysiologischen Eigenschaften entsprechen im Wesentlichen denen handelsüblicher konventioneller Textilien. Als mögliche Anwendungsfelder bieten sich Schutzbekleidungen für die mobile Materialanalytik, die Sicherheitstechnik oder als Ergänzung zu herkömmlichen Bleischutzausrüstungen an.



Lyocell1  
Rohmaterial +40% BaSO<sub>4</sub>  
HL x1,0k 100 um

Abbildung 1: Mikroskopische Aufnahme einer Kompositfaser mit Bariumsulfat anorganischem Röntgenabsorber.



Abbildung 2: Bekleidungsmuster – Jacke aus Gestrick und Gewebe hergestellt aus organischen/anorganischen Kompositfasern

## Polyacrylnitrilfasern auf der Basis eines Spinnverfahrens aus ionischen Flüssigkeiten für den Einsatz als Verstärkungsfasern und als Precursor für Carbonfasern

Projektleiter Dr. Frank-Günter Niemz  
Projektnummer BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 1200178  
Laufzeit 01.03.2013 – 31.08.2015

Gefördert durch:  
  
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie  
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Das Ziel der geplanten Arbeiten sind experimentelle und technische Untersuchungen zur Entwicklung von hochfesten PAN-Verstärkungs- und Precursorfasern aus Lösungen verschiedener PAN- Polymere in ionischen Flüssigkeiten für den technischen Einsatz. Dabei sind Erkenntnisse zum Einfluss der Polymer- aber auch der Fällungsstrukturen sowie zur Notwendigkeit von Nachverstreckungsprozeduren und Optimierung der dafür erforderlichen Parameter zu untersuchen.

### Ergebnisse

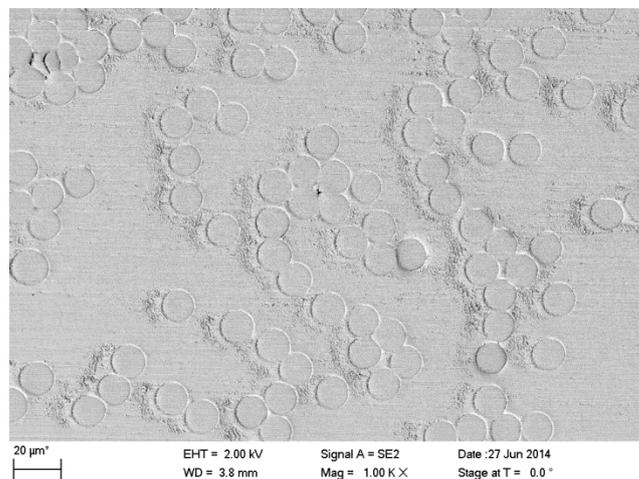
Im Ergebnis wurden aus Lösungen verschiedener PAN-Polymere in Butylmethylimidazoliumchlorid (BMIMCl) Verstärker- und Precursorfasern mit z.T. über 75 cN/tex Einzelfaserfestigkeit und 8-15 % Dehnung erhalten. Dazu diente neben optimierten Prozessen der Lösungsherstellung und Faserspinnerei, ausgerichtet auf verschiedene PAN-Rohstoffe, eine im Projekt entwickelte, konstruierte und in den Prozess der Spinnerei eingebundene Filamenttrocknungsanlage, mit welcher Prozesse der Trocknung und Nachverstreckung untersucht wurden. Eine Nachverstreckung erbrachte eine bis zu 30% höhere Festigkeit bei Absenkung der Reißdehnung um ca. 15 - 20%. Auch der E-Modul der nachverstreckten Fasern stieg um 25 - 40%.

### Anwendung

Eine Abschätzung erwarteter wirtschaftlicher Effekte aus einem Technologietransfer in die Wirtschaft über einen Zeitraum der nächsten Jahre könnte zu Effekten von ca. 30 Mio € führen. Dabei wird postuliert, dass der Bau und die Errichtung einer Pilotanlage zur Faserproduktion (textil- oder technische Fasern) erfolgen könnten und dass Umsatzvorteile gegenüber den nach dem Stand der Technik erzeugten Fasern entstehen. Die Projektergebnisse zeigen andererseits auch, dass noch ein erheblicher Forschungsbedarf, welcher mit dem Einsatz von Ionischen Flüssigkeiten als Lösungsmittel verbunden ist, besteht. Anwendungsbereiche sind hochfeste Fasern, Precursor für Carbonfasern und auch hochfeste Textilfasern.



*Trockenmodul mit induktions-geheizten Doppelwalzen, Heißluft-Verstreckkanal und Abzugswalzen zur Herstellung hochfester PAN-Fasern*



*REM-Aufnahmen vom Querschnitt einer PAN-Faser, gesponnen aus BMIMCl-Lösungen*

## Herstellung von Hydrogelen für Wundverbandsmaterial auf Basis von Polysaccharidderivaten und natürlichen Vernetzern

Projektleiter Dr. Jens Schaller  
Projektnummer BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 130029  
Laufzeit 01.08.2013 – 31.12.2015

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Das Ziel des Projektes war die Herstellung von Hydrogelen auf Basis natürlicher Polysaccharide- und Polysaccharidderivate. Hierzu gehören Carboxymethylcellulose, Methylcellulose, Hydroxypropylcellulose und Chitosan. Die Vernetzung dieser Derivate sollte mittels ungiftiger, natürlich vorkommender Aldehyd- und Ketonverbindungen erfolgen, z.B. Aceton, Salicylaldehyd, Benzaldehyd, Vanillin, Pyruvaldehyd und Glyoxylsäure. Die Vernetzung der Polysaccharide mit den Vernetzern wurde mit dem Ziel durchgeführt Hydrogele herzustellen, welche sowohl moderate Mengen an Wasser ohne merkliche Verschlechterung physikalischer Eigenschaften aufnehmen können, als auch eine inhärente antibakterielle Wirkung durch die verwendeten Vernetzer/Polysaccharide besitzen. Durch diese Eigenschaftskombination sind sie für die Verwendung als Wundverbandsmaterial prädestiniert.

### Ergebnisse

Die durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass sich von den verwendeten Vernetzern nur zwei für die ausgewählte Zielstellung in Frage kommen. Glyoxylsäure und in geringerem Maße auch Pyruvaldehyd eignen sich für die Vernetzung von Polysaccharidderivaten und daraus folgend der Ausbildung von Hydrogelen. Bei den Untersuchungen ergaben sich mehrere Systeme, die stabile Hydrogele bilden.

Das erste System besteht aus Polysaccharidderivaten, insbesondere Methylcellulose und Hydroxypropylcellulose, in Kombination mit Glyoxylsäure als Vernetzer. Diese Mischungen müssen einmalig vollständig getrocknet werden, um quellbare, wasserunlösliche Gele herzustellen. Die Quellung liegt bei 600-1200%.

Das zweite System besteht aus Chitosan gelöst mit Salzsäure und diversen Aldehyden als Vernetzer (Pyruvaldehyd, Vanillin, Salicylsäure, Benzaldehyd). Nach Zugabe des Aldehyds kommt es zu einem raschen Viskositätsanstieg, bei zu hoher Dosierung des Vernetzers ist die Vernetzung so stark, dass sich das Gel mehr und mehr zusammenzieht und dabei das gebundene Wasser wieder abgegeben wird. Diese Gele binden sehr große Mengen an Wasser (bis zu 4000%) und weisen eine hohe Stabilität auf, nehmen allerdings nach der Herstellung kein weiteres Wasser mehr auf.

Das dritte System benötigt keinen der oben genannten Vernetzer, sondern beruht auf den Löslichkeitseigenschaften des Chitosans. Bei Variante 1 wird ein Multilagensystem aus Chitosan und Carboxymethylcellulose durch wiederholtes Übersichten und Trocknen der Lösungen aufgebaut. Bei Variante 2 wird eine Chitosanlösung neutralisiert, wodurch das Chitosan wasserunlöslich wird. Vor allem Variante 1 weist eine ausgezeichnete mechanische Stabilität auf. Die Wasseraufnahme von diesem System ist allerdings gering. Der große Vorteil ist, dass man bei diesem System komplett auf Vernetzer verzichten kann, welche zwar alle antibakteriell wirken, aber oftmals auch zytotoxisch sind.

### Anwendung

Wissenschaftliche Untersuchungen haben ergeben, dass Wunden besser heilen, wenn sie feucht gehalten werden. Hierdurch können Zellen besser in der Wunde migrieren und somit die Geweberegeneration positiv beeinflussen. Jedoch ist dies nur der Fall, wenn die Wunde steril gehalten werden kann und es zu keiner bakteriellen Besiedelung kommt.

Hydrogelwundverbände zielen genau auf diese Bedürfnisse ab, sie halten die Wunde feucht, trocknen sie aber nicht aus und sorgen im besten Fall durch spezielle Inhaltsstoffe für die Sterilität der Wunde. Die im Projekt hergestellten Hydrogele des ersten Systems eignen sich durch ihr hohes Wasseraufnahmevermögen für stark exsudierende Wunden. Die Gele aus System drei hingegen können für spätere Stadien der Wundheilung eingesetzt werden, in denen die Absonderung von Wundsekret schwächer ist, die mechanischen Ansprüche an den Verband, durch mehr Bewegung des Patienten, hingegen größer ist.

## Neuartige Adsorberfibride auf Basis eines umweltfreundlichen Cellulose-Direktlöseverfahrens

Projektleiter Dr. Thomas Schulze  
Projektnummer BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 130080  
Laufzeit 01.10.2013 – 31.12.2015

Gefördert durch:



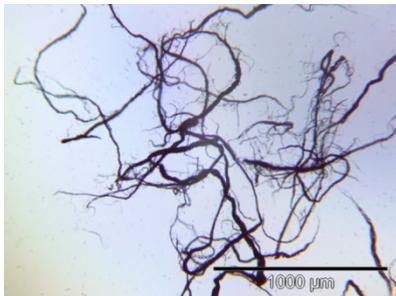
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Das Ziel des vorliegenden Projekts besteht in der Erarbeitung einer Technologie zur Einbettung hoher Anteile von Adsorbentien in hydrophile cellulösische Fibride unter Erhalt der textilähnlichen Konsistenz bei Abmischung mit Trägerfasern oder in reiner Vliesform und guter Zugänglichkeit der aktiven Oberflächen der Adsorbentien beim Einsatz als öl- und schadstoff-adsorbierendes Fasermaterial in wässrigen Medien oder an hydrophob/hydrophilen Grenzflächen. Zugleich sollen die Vlies-Materialien so beschaffen sein, dass adsorbierte Verbindungen von den eingebetteten Adsorbentien reversibel desorbiert werden können, um somit eine Mehrfach- oder Langzeitnutzung zu garantieren.

### Ergebnisse

Das angewandte Cellulose-Direktlöseverfahren hat sich als sehr gut geeignet für die Herstellung von Fibriden mit hohen Anteilen an Adsorbentien und/oder Absorbentien erwiesen. Die aktiven Substanzen werden in der cellulösischen Matrix mechanisch fest verankert, auswaschresistent eingebaut und weisen nach Aufarbeitung der Fibride bereits eine ausreichende zugängliche Oberfläche auf. Die Effektivität der immobilisierten Absorber/Absorbentienmaterialien kann durch Extraktion oder Intensiv-wäsche noch wesentlich erhöht werden.



Trotz hoher Beladung mit Zusatzstoffen sind die Fibride bei mittleren Faserlängen zwischen 1 – 2 mm und einem hohem Verzweigungsgrad für eine Abmischung mit Papieren gut geeignet oder können als selbsttragendes Vliesmaterial mit oder ohne Trägerfasern eingesetzt werden. Die erarbeitete Technologie ist einfach auf etablierte Anlagen übertragbar. Andere Aufmachungsformen, wie z.B. Stapelfasern, Folien oder Vliese, können ebenfalls direkt aus den additivierten Celluloselösungen realisiert werden.

### Anwendungen/Vorteile

- hohe Aufnahmekapazität für zu adsorbierende/adsorbierende Stoffe
- Nutzung verschiedenster Absorber/Absorbentien möglich
- dadurch breites Anwendungsspektrum garantiert
- einfachere Handhabung pulverförmiger Absorber/Absorbentien durch feste Einbindung in polymere Aufmachungsform
- gute Verarbeitbarkeit mit herkömmlichen Technologien, z.B. Papierlegungs- oder Vliesbildungstechnologien
- Wiederverwendbarkeit nach Aufarbeitung möglich
- umweltgerechte Herstellungstechnologie ohne Abprodukte

## Funktionalisierung von Aminoplast-Spinnvliesen

Projektleiter Dipl.-Ing. (FH) Christoph Kindler  
Projektnummer BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 120188  
Laufzeit 01.03.2013 – 30.06.2015

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Das Ziel des Projektes war es, eine Lösung zur Funktionalisierung von Aminoplast-Spinnvliesen zu entwickeln. Diese werden über ein angepasstes Meltblown-Verfahren erzeugt. Dabei soll sowohl durch Erforschung einer effektiven Katalysatoradsorption als auch durch Zugabe von vorzugsweise anorganischen Zuschlagstoffen in das Ausgangsmaterial und unter Verwendung oder Anpassung der bestehenden Technologie das Eigenschaftsprofil des Endprodukts verbessert werden. Insbesondere gilt es durch die Funktionalisierung Abbauvorgänge im Material bei konstanter, langandauernder und hoher thermischer Belastung zu minimieren oder vollständig zu verhindern.

### Ergebnisse

Durch umfangreiche Untersuchungen während der Projektarbeit konnte gezeigt werden, dass es sowohl bei den verwendeten Vorkondensaten als auch im Prozess der Vliesherstellung einen Zusammenhang zwischen dem Katalysatoreinsatz und unerwünschten Abbauvorgängen bei thermischer Dauerbelastung besteht. Dies ermöglichte durch eine Neukonstruktion des Katalysator- Sorptionsmoduls eine bessere Kontrolle über die Katalysatorzugabe zu erhalten. In Folge dessen konnte im Laufe der Projektarbeit der Katalysatorverbrauch auf die Hälfte verringert werden. Dies hatte unabhängig vom direkten Einsparpotential auch noch weitreichende Auswirkungen auf die Produkteigenschaften. So treten bei hoher thermischer Dauerbelastung Vergilbungen im Material erst deutlich verzögert auf. Weiterhin ist es gelungen Aminoplastvliese mit anorganischen Zuschlagstoffen zu versehen, so konnten je nach Zuschlagstoff Füllgrade bis 10% erreicht werden. Hier konnten ebenfalls positive Synergieeffekte auf das thermische Alterungsverhalten des Materials erreicht werden.

### Anwendung

Durch ein verbessertes Verhalten in der Wärmealterung wird ein Einsatz in wartungsarmen oder wartungsfreien Einsatzgebieten ermöglicht, da hier erwartet wird, dass die zugesicherten Eigenschaften über die Lebensdauer des Bauteiles erhalten bleiben. Bei Einsatzzwecken, bei denen die Dauereinsatztemperatur im Bereich von 200°C liegt, stehen im Bereich der organischen Materialien derzeit nur hochpreisige Kunststoffmaterialien zur Verfügung. Eine hohe Dauertemperaturbeständigkeit stellt beispielsweise in den Einsatzbereichen Heizgasfiltration, Kapselung im motornahen Bereich oder andere Hitzeschutzisolationen ein primäres Entscheidungskriterium dar.

**Abbildung:** Einfluss der Funktionalisierung zum Unterdrücken von thermischen Abbauvorgängen, links Einfluss des Katalysators rechts mit Stabilisierung (24h bei 220°C



## Entwicklung von ultraloften Melaminharz-Spinnvliese zur Wärme- und Akustikdämmung

Projektleiter Dipl.-Ing. (FH) Christoph Kindler  
Projektnummer BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 120189  
Laufzeit 01.03.2013 – 31.05.2015

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Das Ziel des Projektes bestand in der Erarbeitung einer technischen Lösung zur Schaffung gleichmäßiger, ultralofter Vliese aus Melaminharz, welche einen hohen Wärmedämmwert sowie einen hohen Schallabsorptionsgrad besitzen. Unter Nutzung des bekanntermaßen hocheffizienten Schmelzblasverfahrens sowie durch textile Nachbehandlungsmethoden sollten die Eigenschaften von Melaminharz-Spinnvliesen den Anforderungen, die für den Einsatz als flammhemmender Dämmstoff gefordert werden, gerecht werden.

Dabei sollte die Reduzierung der Rohdichte, eine Verbesserung der Vliesgleichmäßigkeit, die Erhöhung der Stabilität in z-Richtung (Vliesdicke), verbesserte mechanische Kennwerte und eine Reduzierung der Feuchtigkeitsaufnahme realisiert werden. Weiterhin sollten durch die Auswertungen der geplanten Versuche Vorhersagen über die Wärmeleitfähigkeit sowie die Schallabsorption in Abhängigkeit vom Vliesaufbau bzw. Vliesverbundaufbau zu treffen möglich sein und somit ein für die jeweiligen Anwendungen optimiertes Melaminharz-Spinnvlies bereitzustellen sein.

### Ergebnisse

Durch Variation der Anlagenparameter ist es im Rahmen des Projektes gelungen reproduzierbar feine Melaminharz-Fasern mit mittleren Durchmessern von 2 bis 10  $\mu\text{m}$  zu erzeugen. Nach Auswertung entsprechender Versuchsreihen konnten optimale Einstellungen für die Blaslufttemperatur und den Blasluftdruck festgelegt werden.

Bei der akustischen Dämmung haben die Messungen einen deutlicher Einfluss der Faserfeinheit auf die Schallabsorption gezeigt. So führen feine Fasern bei gleicher Flächenmasse zu deutlich verbesserten Werten. Mit steigenden Flächenmassen verstärkt sich der Unterschied zwischen feinen und groben Fasern noch, so kann mit ca. 400  $\text{g/m}^2$  feinen Fasern annähernd die akustische Dämmung wie mit 700  $\text{g/m}^2$  groben Fasern erreicht werden.

Bei den thermischen Dämmwerten zeigen die Ergebnisse keine so klare Korrelation zu den erzeugten Faserfeinheiten auf. Da bei der Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit die Höhe der Probenkörper direkt in die Berechnung eingeht, weisen auch Vliese mit groben Fasern relativ gute Ergebnisse auf. Hier liegt der Vorteil der Vliese die aus groben Fasern bestehen in ihrer höheren Steifigkeit. Es kann somit mit weniger Material mehr Vlieshöhe erzeugt werden. Bei den Vliesen aus feinen Fasern ist die Steifigkeit der Einzelfaser geringer, weiterhin erfolgt schon produktionstechnisch eine stärkere Verdichtung des Materials, da die Fasern aufgrund der größeren Blasluftdrücke mit höheren Geschwindigkeiten auf das Ablageband treffen. Hierbei werden die Fasern in relativ kompakten Schichten abgelegt, dadurch ist relativ viel Material nötig um hohe Vliese zu erzeugen.

Durch das Legen und Falten der Melaminharz-Spinnvliese mithilfe einer Legevorrichtung ist es gelungen Verbunde zwischen 650  $\text{g/m}^2$  und 1300  $\text{g/m}^2$  bei Materialhöhen von 30 mm bis 70 mm zu erzeugen. Durch Veränderung der Wellenhöhe und der Wellendichte (Anzahl Wellen pro Längeneinheit) konnten unterschiedliche Varianten dieser gelegten Vliese mit verbesserter akustischer Dämmwirkung hergestellt werden.

Mittels der neuen Doppelwalzenablage ist es gelungen in dem Zwischenspalt der Walzen ein ultraloftes, auf beiden Seiten homogen geschlossenes Melaminharz-Spinnvlies zu bilden. Dabei kann durch die Variation des Walzenspalts die spätere Dicke des Vlieses eingestellt werden. Positiv wirkt sich diese Art der Ablage auch auf die Gleichmäßigkeit der Ober- und Unterseite aus, so dass Spinnvliese bis 400  $\text{g/m}^2$  mit weicher Unterseite erzeugt werden können.

Weitere Versuche zur Verbundbildung wurden über Kaschierungen realisiert. Hierbei wurden Deckschichten aus verschiedenen Materialien, bevorzugt Melaminharzspinnvliese mit höherer Stabilität, vereint. Dabei kam ein Schmelzkleber in Form eines Co-Polyamids als Klebevlies zur Anwendung. Es konnte hierdurch eine Erhöhung der Stabilität besonders in x-Richtung (Maschinenrichtung) und auch gute Werte bei dem Rückerholungsvermögen erreicht werden. Vergleichbare Ergebnisse konnten aus den Versuchsreihen mit Deck-

# Forschung

---

schichten aus Aluminiumfolie gewonnen werden, hierbei konnten insgesamt steifere und stabilere Strukturen hergestellt werden.

## Anwendung

Der Vorteil der Fasern und Vliesstoffe auf Melaminharz-Basis besteht in ihrer hohen Wärmebeständigkeit und Flammfestigkeit sowie in ihrer Nichtschmelzbarkeit. Die Spinnvliese aus diesen Fasern besitzen zudem aufgrund ihres verfahrensbedingten geschichteten Aufbaus sowie durch die Voluminösität und die erreichbaren feinen Faserdurchmesser eine hohe akustische sowie wärmedämmende Wirkung. Aus diesen Gründen kann eine Anwendung solcher Materialien zum Beispiel in Bereichen erfolgen, wo Isoliereigenschaften eine Rolle spielen (in Gebäuden, Kühl- und Gefrierschränken) oder zum Lärmschutz (in Gebäuden, Motorräumen).



*Melaminharz-Spinnvliese: Vergleich Trommel-Ablage (links) und Siebband-Ablage (rechts)*

## Untersuchungen zum Wirkmechanismus von Carbon-Stapelfasern in duroplastischen Matrixmaterialien

Projektleiter Dipl.-Ing. (FH) Katrin Ganß  
Projektnummer BMWi/ INNO-KOM-Ost, VF 110033  
Laufzeit 01.07.2012 - 31.12.2014

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Ziel des Forschungsprojektes war es, grundlegende Fragestellungen beim Einsatz von flächigen Halbzeugen aus Hochleistungstapelfasern zu untersuchen. Dabei lag der Fokus auf dem Einsatz recycelter Carbonfasern (rCF), da es sich dabei um ein hochwertiges Produkt handelt, das aufgrund des guten Eigenschaftsniveaus die Möglichkeit bietet, kostengünstige Hochleistungsverbunde herzustellen und dadurch auch neue Anwendungsfelder in anderen Bereichen als der Luft- und Raumfahrt zu erschließen.

Dabei galt es zu klären, welche Einflüsse

- das angewendete Recyclingverfahren,
- die eingesetzte Faserlänge,
- die Technologie zur Halbzeugherstellung und
- das angewandte Verfahren zur Verbundherstellung auf die resultierenden Verbundkennwerte haben.

### Ergebnisse

Dazu wurden geschnittene Primärfasern und rCF aus unterschiedlichen Recyclingverfahren zu Nassvliesstoffen, Krempelvliesen und luftgelegten Wirrvliesen verarbeitet und mit Epoxidharz zu Verbunden konsolidiert.

In Abhängigkeit von den eingesetzten Carbonfasern und dem angewandten Vlieslegeverfahren resultiert ein breites Kennwertespektrum. Es können mechanische Verbundeigenschaften erreicht werden, die sich mit GFK vergleichen lassen, wobei deutliche Gewichtsvorteile möglich sind.

### Anwendung

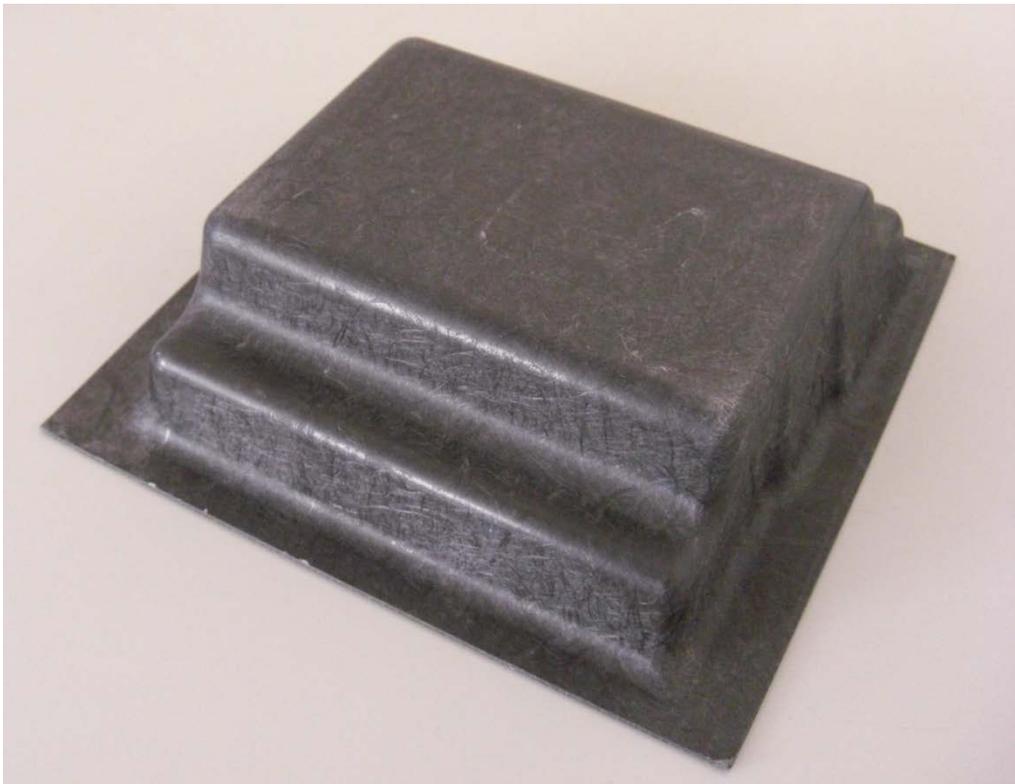
Leichtbauanwendungen und Verbundwerkstoffe nehmen eine immer wichtigere Rolle in der Industrie ein. Damit begegnet man den großen Problemen unserer Zeit – Klimawandel und Rohstoffknappheit. CFK konkurrieren mit Glasfaserverstärkten Verbunden (GFK) und Leichtmetallen wie Aluminium. Bei der Substitution von Aluminium durch CFKs erreicht man höhere Festigkeiten bei geringerem Gewicht. So kann man etwa 40% Gewicht bei der Substitution von Aluminium durch CFK einsparen. Im Vergleich zu GFK haben CFK ebenfalls Gewichtsvorteile (Vergleich Dichte Glasfasern = 2,5 – 2,6 g/cm<sup>3</sup>; Dichte Carbonfasern = 1,75 – 1,91 g/cm<sup>3</sup>). Hauptkriterium für die Substitution von GFK durch CFK ist jedoch die wesentlich höhere Zugfestigkeit und vor allem Steifigkeit der Carbonfasern.

Durch den zunehmenden Einsatz von CF und CFK kommt es verstärkt zu Abfällen, sowohl als CF (bspw. Rovingreste), als unausgehärtete/trockene CF (Stanz- und Schnittabfälle) und auch als gehärtete CFK (fehlerhafte Bauteile, Bauteile am Produktzyklusende). Aufgrund des hohen Preises von Primärfasern ist man seit längerem bemüht, effektive und kostendeckende Recyclingstrategien zu entwickeln. In Deutschland wurden zwei Pyrolyseanlagen zur Gewinnung von rCF aus CFK errichtet, aber auch die mechanische Aufbereitung trockener Stanzabfälle wurde bereits industriell umgesetzt. Ganz gleich, aus welchem Verfahren die anfallenden rCF stammen, es handelt sich immer um endliche Fasern, die nicht so verarbeitet und eingesetzt werden können wie Primär-CF und für die folglich gilt, entsprechende Einsatzgebiete zu erschließen. Dass rCF nicht nur als Mahlgut, sondern mit entsprechender Halbzeugfertigung aufbereitet, als effektive Verstärkungskomponente für CFK wieder einsetzbar sind, konnte durch die Projektarbeiten gezeigt werden.

Der Einsatz von rCF trägt daher sowohl zum Umwelt- und Ressourcenschutz bei (Leichtbau und Recycling) als auch zur Stärkung von KMU aus den Bereichen Recycling, Vlies- und Mattenherstellung und Verbundherstellung.



*Bild 1: recycelte Carbonfasern (rCF)*



*Bild 2: Bauteil aus rCF*

## Sekundäre Hochleistungsfasern prozessoptimiert im Leichtbau

Projektleiter Dipl.-Ing. Gerald Ortlepp  
Projektnummer BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 120160  
Laufzeit 01.01.2013 – 31.12.2014

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Im Rahmen des Forschungsprojektes sollten in Anlehnung an die bekannten UD-Halbzeuge aus endlosen Verstärkungsfaserstoffen mattenähnliche Strukturen mit hohen Faserorientierungen auf Basis von Recyclingkarbonfasern entwickelt werden, um solche Fasern unterschiedlichster Herkunft und Charakters so hochwertig wie möglich wieder zur Verstärkung von Kunststoffen im Sinne des Leichtbaus nutzen zu können.

### Ergebnisse

Leichtbaumaterialien und Leichtbaukonzepte reduzieren den Materialeinsatz eines Produktes, reduzieren den Energiebedarf in bewegten Systemen und verbessern mit den daraus resultierenden Folgen die Effizienz und Wirtschaftlichkeit ganzer Systeme. Im Rahmen eines F&E-Projektes wurden verschiedene Recyclingkarbonfasern (rCF) aus unterschiedlichen Aufbereitungsverfahren und Abfallquellen mittels verschiedener Mattenbildungs- und Faserorientierungsverfahren getestet. Es resultierten 3 unterschiedliche Mattenhalbzeugtypen, die durch ihre definierten Abstufungen in der Faserorientierung von hoch bis quasiisotrop und den abgestuften Flächenmassen 60-120g/m<sup>2</sup>, 400-1000g/m<sup>2</sup> und >1000g/m<sup>2</sup> unterschiedlichste Einsatzgebiete im Bereich der CFK bedienen können. Für eine labor- und kleintechnische Fertigung der Matten wurde technisch modifizierte Krempeltechnik, ein neuartiges Verstrecksystem für wirre CF-Lagen sowie eine volumetrisch arbeitende, an die Karbonfaserverarbeitung angepasste Wirrvliestechnik eingesetzt. Die unterschiedlichen Verstärkungseigenschaften dieser Mattenhalbzeuge wurden in Faserverbunden mit den Thermoplastmatrices PP und PA6 nachgewiesen.

### Anwendung

Es konnte gezeigt werden, dass verschiedene, an die Besonderheiten der Recyclingkarbonfasern angepasste konventionelle textile Mattenherstellungsverfahren genutzt und damit unterschiedliche, für den Einsatzzweck maßgeschneiderte Mattenhalbzeuge mit einem sehr hohen Umformverhalten für den Faserverbundsektor hergestellt werden können. Bedingung ist, dass die Recyclingkarbonfasern in einem mittleren Faserlängenspektrum von 30 – 70 mm verfügbar sind. Von geringer Bedeutung auf die Matten- und Verstärkungseigenschaften erwies sich die Herkunft der Recyclingkarbonfasern. Die untersuchten Mattenherstellungsverfahren erwiesen sich damit als universell für eine breite Palette von solchen Fasern einsetzbar.

Vliesherstellungsverfahren sowie die im Rahmen des Projektes entwickelte und modifizierte Prüfverfahren werden im TITK e.V. und deren Tochterunternehmen sowie bei Industriepartner zur Umsetzung von Recyclingkonzepten im Bereich des Leichtbaus im Sinne einer wirtschaftlich effizienten Gestaltung von Gesamtfertigungskonzepten angewendet.



*Halbzeugmatten aus Recyclingkarbonfasern mit maßgeschneiderten Faserorientierungen für die Verstärkung Kunststoffmatrices*

## Speicherung von Wärmeenergie in Temperaturbereichen über 100°C mittels innovativer polymergebundener Latentwärmespeicher- Composites auf der Basis von Zuckeralkoholen für die Prozesswärmebereitstellung

Projektleiter Dipl.-Chem. Klaus Rucho  
Projektnummer BMWi/ INNO-KOM-Ost, VF 120043  
Laufzeit 01.03.2013 – 31.08.2015

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens sollen die wissenschaftlichen und technisch- technologischen Grundlagen zur Speicherung von Wärmeenergie im Temperaturbereich über 100°C mittels polymergebundenen Latentwärmespeichermaterialien für Anwendungen in der Prozesswärmeversorgung geschaffen werden. Als Latentwärmespeichermaterialien sollten Zuckeralkohole verwendet werden.

### Ergebnisse

Zuckeralkohole mit hohen Umwandlungsenthalpien wurden über Schmelzeextrusionsverfahren mittels gleichlaufenden Doppelschneckenextruders in verschiedene polymere Matrizes eingearbeitet. Als polymere Matrizes wurden das Terpolymer SeptonHG252, ein OH- Gruppen modifiziertes SEEPS, Riteflex, ein thermoplastischer Polyester sowie Polycarbonat und Polyamid11 getestet. Für die verschiedenen Phasenwechselbereiche wurden die Zuckeralkohole meso- Erythritol, D- Mannitol, Dulcitol und eutektische Mischungen aus Zuckeralkoholen und Polyalkoholen verwendet. Es konnten Composites mit einem Zuckeralkoholgehalt von 60wt% hergestellt werden. Bei allen Composites wurde bei den Ein- und Ausspeicherversuchen der Effekt der Unterkühlung, sogenanntes „Supercooling“ festgestellt. Parallel dazu verringerten sich die Umwandlungsenthalpien beim Ausspeichern der Wärmeenergie. Das Ein- und Ausspeicherverhalten der Composites wurden in den Wärmeträgermedien Marlothermöl, Dowtherm (Diphenyl/Diphenyloxid) und Luft untersucht. Mit den Composites D- Mannitol und den Polymeren SeptonHG252/Riteflex wurden die besten Ergebnisse hinsichtlich der Verarbeitung im Extruder und der thermischen Beständigkeit erzielt. Zur Beeinflussung der Unterkühlungsneigung wurden Nukleierungsmittel mit ähnlichen Kristallstrukturen getestet. An einigen Versuchseinstellungen konnte die Unterkühlung verbessert werden. Mit Kaliumdihydrogenphosphat konnte beim D- Mannitol die Temperaturdifferenz beim Aufheiz- Abkühlvorgang (Hysterese) um ca. 8°C und beim Erythritol mit Anatas um ca.10°C verringert werden.

### Anwendung

Die effektive Speicherung von Ab- und Prozesswärme sowie das thermische Management sind auch zukünftig von grundlegender Bedeutung zur Reduzierung des Energieverbrauches. Insbesondere ist es auch erforderlich, hohe Energiespeicherdichten, wie es mit Zuckeralkoholen möglich ist zu realisieren. Die möglichen Einsatzgebiete dieser Materialien sind groß, breit gefächert und umfasst nahezu alle Bereiche der Wirtschaft. Auf Grund der vielfältigen Formgestaltungsmöglichkeiten der polymergebundenen Materialien liegt das Anwendungspotenzial hauptsächlich in der mittel- und kleinständigen Wirtschaft. Applikationsmöglichkeiten zur Nutzung gespeicherter Wärme im Temperaturbereich über 100°C ergeben sich z. B. bei Stofftrennungsprozessen in der chemischen Industrie, Trocknungs- und Extraktionsprozessen und Sterilisation von Apparaten und Ausrüstungen in der Medizintechnik.

# Forschung

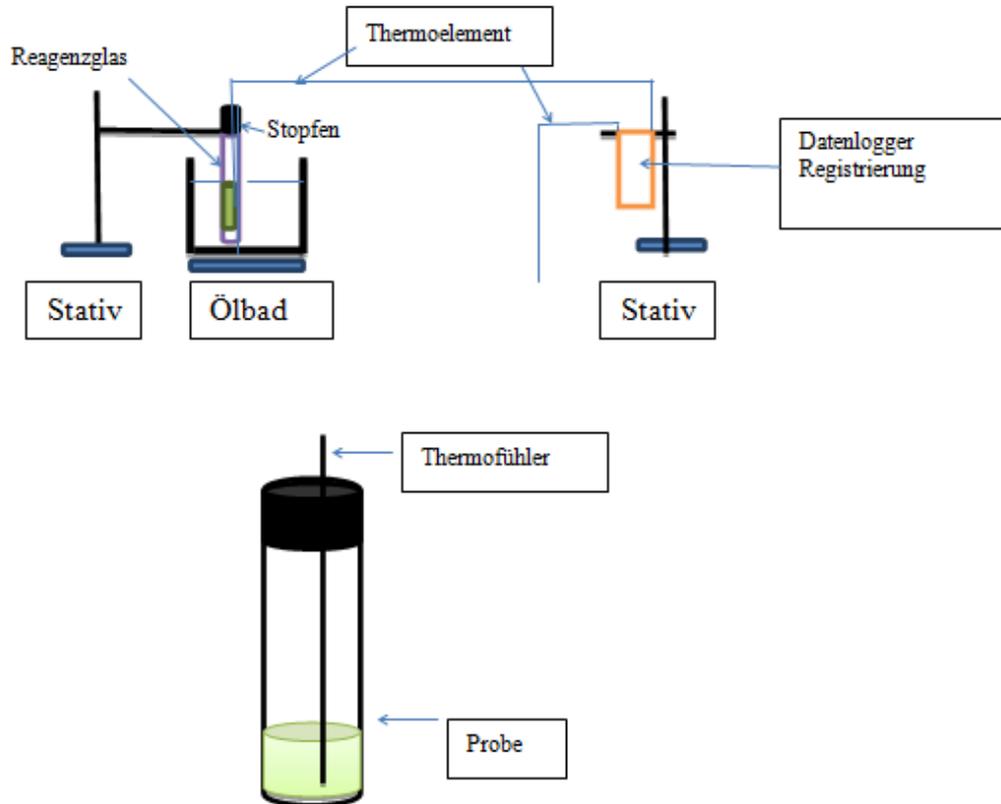


Abbildung 1: Laborapparatur für Ein- und Ausspeicherversuche

Die Messanordnung wurde zur Messung des Schmelz- und Kristallisationsverhaltens der Zuckeralkoholmischungen sowie der Composites im Verlauf von mehreren Zyklen verwendet.

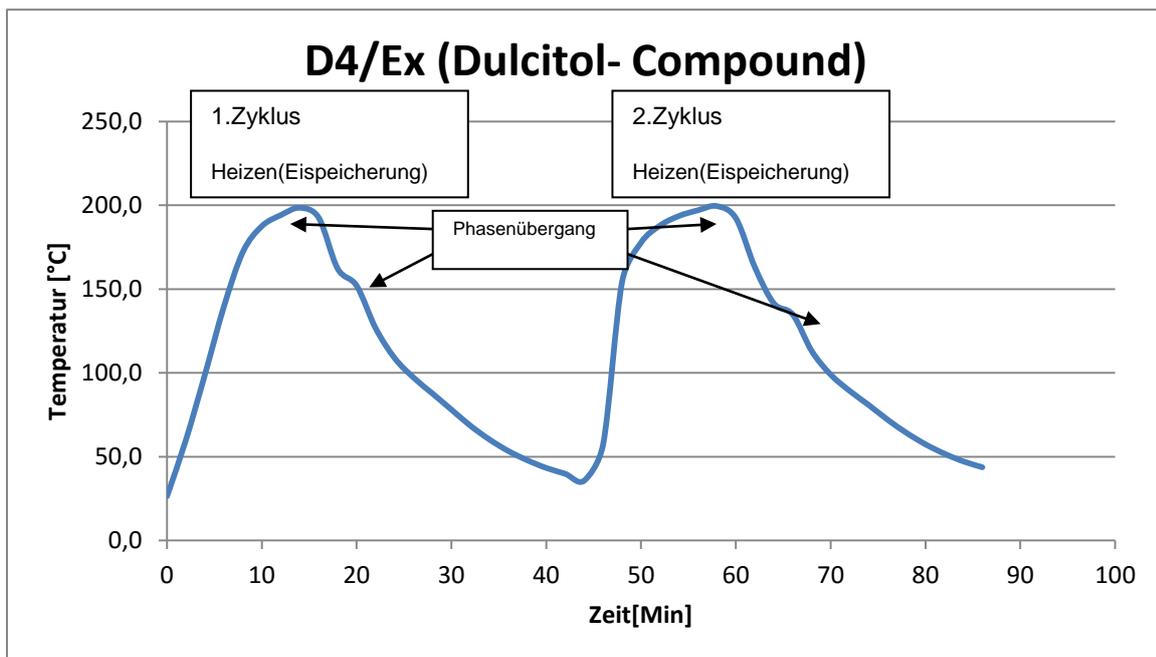


Abbildung 2: Temperaturverläufe ausgewählter Composites während der Zyklen in den verschiedenen Wärmeträgern, hier HTM Dowtherm

## Ausrüstung von Cellulose mit nativen antibakteriellen Peptiden

Projektleiter Dr. Janine Bauer, Dipl.-Ing. (FH) Peggy Brückner  
Projektnummer BMWi/ INNO-KOM-Ost, VF 120027  
Laufzeit 01.10.2012 – 31.03.2015

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Ziel dieses Forschungsvorhabens war die Ausrüstung polymerer Oberflächen und Fasern mit gentechnisch hergestellten humanen antimikrobiellen Peptiden (AMPs). Antimikrobielle Peptide stellen eine vielversprechende Alternative für herkömmliche Antibiotika dar, da sie dem angeborenen Immunsystem von Wirbellosen und Wirbeltieren entstammen und gegen eine Vielzahl von Bakterien, Pilzen, Viren und Einzeller wirken.

### Ergebnisse

Mit diesem Projektes gelang es, die Gen-Sequenz des humanen, antimikrobiellen Peptids LL-37 aus der Lungenkrebs-Zelllinie A549 zu gewinnen, in die DNA der Hefe *Pichia pastoris* zu integrieren und schließlich mit Hilfe von SDS-PAGE, Immunoblot und ELISA nachzuweisen. Nach Optimierung der Expressionsbedingungen erfolgte die Reinigung und Konzentration der Syntheseprodukte durch Affinitätschromatographie.

Die Bestimmung der minimalen Hemmkonzentration (MHK) der rekombinanten Produkte ergab eine deutlich stärkere antibakterielle Wirksamkeit gegenüber dem Bakterium *Staphylococcus aureus* DSM 799 im Vergleich zu einem synthetisch hergestelltem Peptid. Darüber hinaus konnten keine zytotoxischen Eigenschaften der gentechnischen AMPs gegenüber der Mausfibroblasten-Zelllinie L-929 festgestellt werden.

Erste Versuche zur Immobilisierung der Proteine auf polymeren Oberflächen erzielten vielversprechende Resultate. So gelang es, die AMPs unter Verwendung eines Carbodiimid-Crosslinkers mit den Hydroxylgruppen einer Cellulose-Folie zu vernetzen. Diese biofunktionalisierten Folien zeigten eine schwache antibakterielle Wirksamkeit gegenüber *S. aureus* DSM 799. Darüber hinaus konnten mit Hilfe von Untersuchungen zur thermischen und chemischen Stabilität der rekombinanten Produkte erste Voraussetzungen für die Verarbeitung der Proteine im Lyocell-Verfahren geschaffen werden.

Im Rahmen des FuE-Projektes konnte die Masterstudentin der Mikrobiologie an der Friedrich-Schiller-Universität in Jena, Frau Uting, ihre Masterarbeit mit dem Thema „Rekombinante Herstellung und Charakterisierung des humanen antimikrobiellen Peptids LL-37 zur Ausrüstung polymerer Werkstoffe“ am TITK sehr erfolgreich durchführen. Frau Uting wurde dafür mit dem Nachwuchsforscherpreis des Verbandes Innovativer Unternehmen e.V. (VIU) ausgezeichnet.

### Anwendung

Bisherige Ansätze zur Wirksamkeitsuntersuchung und zum Screening von antibakteriellen Peptiden basieren auf synthetisch hergestellten Peptiden, welche in Ihrer Anschaffung bisher sehr teuer sind. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens ist es jedoch gelungen, AMPs mit Hilfe gentechnischer Methoden kostengünstig im Labormaßstab herzustellen. Diese Vorarbeiten können nun von Biotechnologiefirmen genutzt werden, um die Produktionsmenge in relativ kurzer Zeit in den industriellen Maßstab zu überführen.

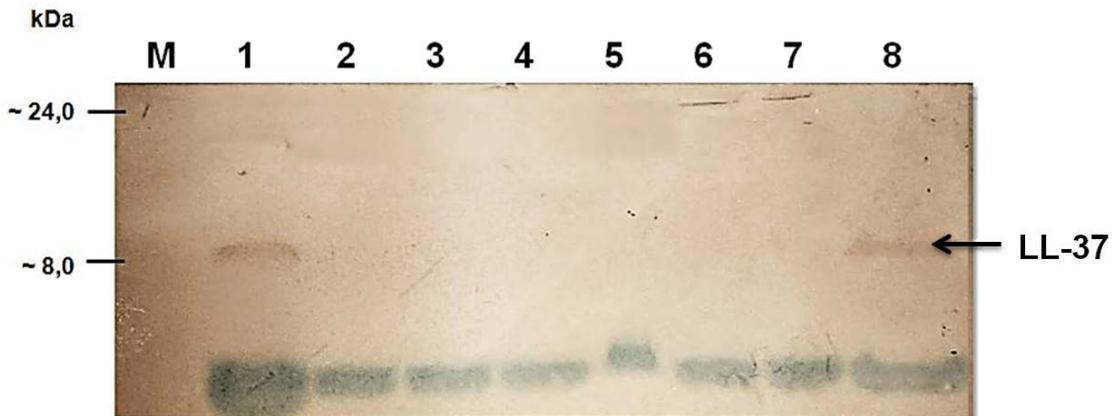
Außerdem liefern die, in diesem Projekt gewonnenen Erkenntnisse zur sequenzabhängigen Wirksamkeit der Peptide, als auch der Vergleich zu synthetischen Peptiden, wichtige Informationen für die Pharmaindustrie. So könnte künftig die biotechnologische Produktion der Peptide, nach Identifikation der wirksamsten Aminosäuresequenz, durch Industriepartner realisiert werden, die als Zulieferer oder auch selbst als Pharmaproduzent tätig sind. Denkbar wäre ein Einsatz dieser antibakteriell wirksamen Proteine als Alternative zu herkömmlichen Antibiotika.

Ebenso wie die Pharmaindustrie ist auch die Medizintechnikbranche ein sehr forschungs- und technologieintensiver Wirtschaftszweig, der zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit auf eine hohe Innovationskraft und eine rasche Umsetzung neuer Technologien angewiesen ist. Dabei hält der Trend unvermindert an, Medizinprodukte aus Kunststoffen zu fertigen, da sie einerseits kostengünstig, andererseits in hohen Stückzahlen fabriziert werden können. Daher sollen, ausgehend von den im Projekt gesammelten Erfahrungen zur Immobilisierung von AMPs künftig auch andere funktionale Proteine auf Polymermatrices

# Forschung

aufgebracht werden können. Dabei liegt der Fokus speziell auf Proteinen, die bereits in Auswahlverfahren und präklinischen Tests als Wirkstoffe positiv abschnitten. In Form von Forschungskooperationen zu mittelständischen medizintechnischen Unternehmen bestände dann die Möglichkeit bereits etablierte Medizinprodukte zu innovativen und funktionellen Erzeugnissen zu modifizieren und dabei durch Verwendung nativer Wirkstoffe die Biokompatibilität nicht zu beeinträchtigen.

Weiterhin kann das im Projekt erworbene molekularbiologische Wissen genutzt werden, um auf Kundenwunsch unbekannte Mikroorganismen zu identifizieren (mittels PCR oder ELISA), sowie Proteine über das Chromatographie-System zu reinigen.



*Antikörper-basierter Nachweis des antimikrobiellen Peptids LL-37 nach Expression durch die Hefe *Pichia pastoris*.*

## Entwicklung magnetodielektrischer Polymersubstrate mit abstimmbaren Materialeigenschaften für Streifenleitungs- und Planarantennen im Hochfrequenzbereich

Projektleiter Dipl.-Chem. Günther Pflug  
 Projektnummer BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 120196  
 Laufzeit 01.04.2013 – 30.09.2015

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Im dem FuE-Projekt sollten Magnetodielektrika auf Basis hochgefüllter magnetischer Polymerkomposite für Streifenleitungs- und Planarantennen im Frequenzbereich von 10 MHz bis 1 GHz aber auch oberhalb 1 GHz untersucht werden.

Für die Konstruktion und Verkleinerung von Antennen sollten verlustarme magnetisch gefüllte Kunststoffe präpariert werden, die bei der erforderlichen Frequenz im MHz- und GHz-Bereich noch eine merkliche magnetische Permeabilität  $\mu' > 1$  und dabei geringe Dämpfungswerte (d. h. kleine Quotienten  $\tan \delta_\mu = \mu''/\mu'$  und  $\tan \delta_\epsilon = \epsilon''/\epsilon'$ ) aufweisen. Die Brechzahl  $n$  kann wegen des Zusammenhangs  $n = (\epsilon \cdot \mu)^{1/2}$  mit dem Realteil der Dielektrizitätskonstante  $\epsilon'$  für eine Permeabilität  $\mu' > 1$  angehoben werden. Somit kann eine Patchantenne mit einem Magnetodielektrika gegenüber einem entsprechenden reinen dielektrischen Substrat verkleinert werden.

### Ergebnisse

Als weichmagnetische Füllstoffe für die magnetodielektrischen Polymerkomposite eignen sich z. B. Spinellferrite, Hexaferrite und auch Nanoferrite mit geringer Dämpfung. Durch den Einsatz magnetodielektrischer Polymerkomposite kann die Brechzahl  $n$  erhöht und die Impedanz  $(\mu' / \epsilon')^{1/2}$  der Antennensubstrate gegenüber üblichen dielektrischen Kunststoffmaterialien besser angepasst werden.

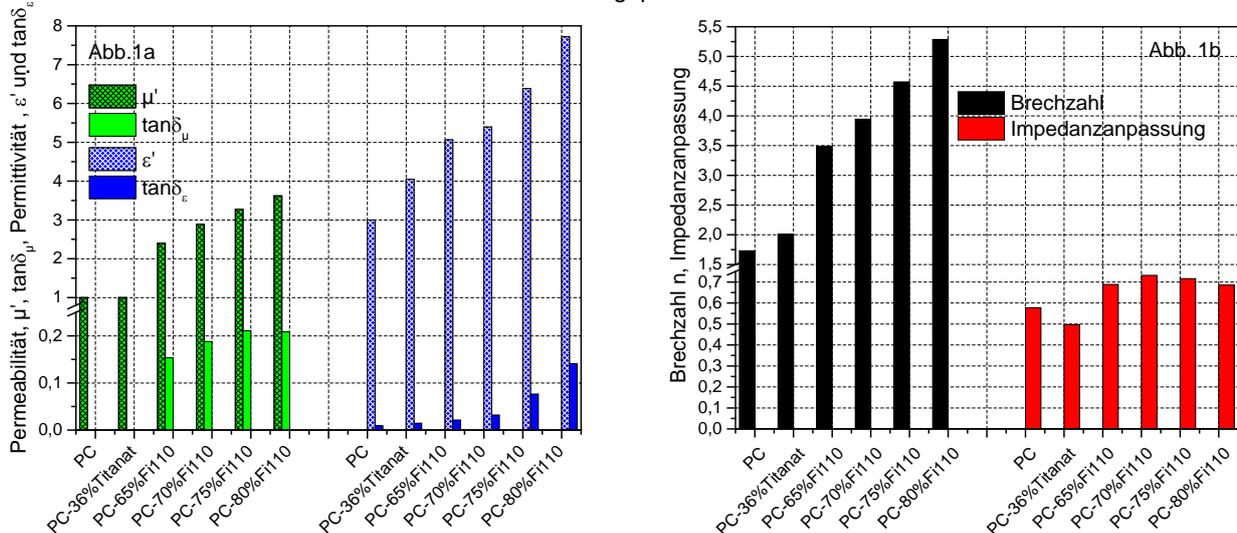


Abb. 1a-b: Permeabilitäts-, Permittivitäts- und Dämpfungswerte (1a) und berechnete Brechzahl und Impedanzanpassung (1b) der untersuchten PC-Ferrit-Komposite bei 100 MHz

Mit zunehmendem Gehalt des Spinellferrits (Fi110) steigen Permeabilität  $\mu'$  und Permittivität  $\epsilon'$  der Komposite aber auch die Dämpfungswerte  $\tan \delta_\mu$  und  $\tan \delta_\epsilon$  entsprechend Abb. 1a an.

Der Anstieg der Brechzahl mit dem Füllgrad der Ferritkomponente oder auch mit einem Titanat in Polycarbonat ist Abb. 1b zu entnehmen. In einem bestimmten Konzentrationsbereich der Füllstoffe lassen sich die Brechzahl  $n$  und die Dämpfungswerte der Polymerkomposite optimal aufeinander abstimmen.

Die Impedanzanpassung  $(\mu' / \epsilon')^{0.5}$  durchläuft dabei ein Maximum. Bei den PC-Ferrit-Kompositen liegt der größte Wert für die Impedanzanpassung (von 0,73) bei 70% Füllgrad des eingesetzten Fi110 vor. Brechzahl und Dämpfungswerte erreichen hier ein mittleres Niveau.

### Anwendung

Die magnetodielektrischen Polymerkomposite sollen für die Herstellung miniaturisierter Patchantennen eingesetzt werden.

## Enzymatische Modifizierung von Polyethylenterephthalat

Projektleiter Dr. Frances Stöckner  
Projektnummer BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 130058  
Laufzeit 01.10.2013 – 31.12.2015

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Ziel des Vorhabens war es, Polyethylenterephthalat (PET) zu hydrophilieren, um damit anwendungstechnische Nachteile wie elektrostatische Aufladung, erschwerte Anfärbbarkeit oder auch Pilling Effekte reduzieren zu können. Eine Erhöhung der Hydrophilie des Polymers ist chemisch nur bedingt möglich, weil die Einführung dazu erforderlicher polarer, protischer Substituenten einen hohen synthetischen Aufwand erfordert und zahlreiche Neben- und Vernetzungsreaktionen auftreten würden. Deshalb sollte im Vorhaben ein alternativer Weg über eine enzymatische Modifizierung erprobt werden. Im Gegensatz zur Möglichkeit mittels energieaufwendiger Plasma-behandlungsverfahren die Polarität von PET-Varianten und -Oberflächen zu erhöhen sind enzymatische Reaktionen besonders schonend, selektiv und umweltverträglich bzw. diesbezüglich unbedenklich. Insbesondere die Selektivität sollte ausgenutzt werden, um gezielt die Aromaten in PET-Makromolekülen zu hydroxylieren.

### Ergebnisse

Die enzymatische Behandlung wurde an PET-Varianten mit verschiedenen Enzymen, wie Peroxidasen (z.B. Meerrettichperoxidase, Ligninperoxidase, Agrocybe-Aegerita-Peroxygenase) und Monoxygenasen (z. B. Cytochrom P450) durchgeführt. PET, Isophthalsäure-modifiziertes PET und PET-G (1,4-Cyclohexandimethanol-modifiziertes PET) sind dafür sowohl in Lösung als auch als Granulat bzw. gemahlene Pulver in verschiedenartig gepufferten Dispersionen dem Einfluss der unterschiedlichen Enzyme ausgesetzt worden (**Abb. 1**). Über analytische/quantitative Methoden zur OH-Gruppenbestimmung (Elementaranalyse, NMR, Titration) konnte allerdings keine chemische Modifizierung nachgewiesen werden. Das bedeutet allerdings nicht, dass keine Funktionalisierung stattfindet. Die Krux liegt dabei nämlich im ungünstigen „Oberfläche-Volumen-Verhältnis“, wobei eine möglicherweise stattgefundenen OH-Gruppen-Fixierung an der Oberfläche von Partikeln im Verhältnis zu deren unmodifiziertem Inneren kaum ins Gewicht fällt bzw. die Sensitivität der Analysen zum Nachweis dieser OH-Gruppenkonzentration nicht ausreicht. Unter Variation der Reaktionsbedingungen und der Zuhilfenahme von Kontaktwinkelmessungen an enzymatisch in wässrigen Puffersystemen behandelten PET-Folien ließen sich schließlich Hydrophilierungen mit den bereits genannten Peroxidasen erreichen und nachweisen. Die Oberflächenenergien konnten deutlich gesteigert werden, was eine bessere Benetzung der PET-Oberfläche bzw. einen kleineren Randwinkeln im Falle von Wasser bedeutet (**Abb.2**). Das Ausmaß der Hydrophilierung ist mit dem aus Plasmabehandlungen vergleichbar, nur in diesem Fall auf schonenderem Weg erreicht.

### Anwendung

Eine hydrophile PET-Faser wäre für den gesamten textilen Bekleidungsbereich attraktiv, da Tragekomfort und Feuchtetransport ohne weitere Prozessschritte für den Anwender verbessert werden können. Es ist jedoch vorerst nicht zu erwarten, dass das im Ergebnis der enzymatischen Behandlung resultierende Polyestermaterial in einem Kostenbereich liegt, welches für den Niedrig-Preis-Sektor Bekleidungstextilien interessant ist.

Eine weitaus größere Bereitschaft, etwas höhere Kosten für die einzusetzenden Materialien zu akzeptieren, finden sich für technische Anwendungen bspw. im Automobilbereich oder in industriellen Prozessen, in denen Textilien bzw. textile Flächengebilde mit guter Feuchteaufnahme sowie verbessertem Feuchtigkeitstransport und „soil release“-Eigenschaften gefragt sind, bspw. für Sitzbezüge, Medizintextilien, Transportbänder oder Filter.



**Abb. 1:** Enzymatische Behandlung von PET-Varianten im Inkubator

**Wasser auf PET**



**Wasser auf  
enzymmodifiziertem PET**



**Abb. 2:** Vergleich des Benetzungsverhaltens anhand von Kontaktwinkelmessungen als Indiz für enzymatische Hydrophilierung an PET-Folien: links – Wassertropfen auf PET vor und rechts – nach enzymatischer Behandlung

## Herstellung von Shape-memory Filamenten aus Polyurethan mit verbesserter Formgedächtniszyklenfestigkeit“ - „MemoCycle“ -

Projektleiter: Dr. Thomas Welzel  
Projektnummer: BMWi/ INNO-KOM-Ost, VF 120033  
Laufzeit: 01.01.2013 - 30.06.2015

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Formgedächtnis- oder Shape-memory Materialien zeichnen sich dadurch aus, dass sie aufgrund einer äußeren Anregung ihre Form ändern können. Dieser Reiz kann thermischer, magnetischer oder optischer (UV-Licht) Natur sein, wobei die Materialien aus der ersten Gruppe mit Abstand am häufigsten sind. Man unterscheidet zwischen einer permanenten Form, welche dem Material bei seiner Herstellung aufgeprägt wurde und einer temporären Form, in welche dieses in einem speziellen Behandlungsprozess, dem „Programmieren“ gebracht wird. Bei Auslösen der Triggerung, d.h. z.B. das Aufwärmen über eine bestimmte Temperatur, wechselt das Material von seiner temporären Form in die permanente Form zurück.

Einschränkungen bei der Verwendung dieser Materialien sind unter anderem in der Ermüdung der Formgedächtniseigenschaften zu sehen, d.h. die Materialien „speichern“ die neue Form nicht mehr so gut oder wandeln sich nicht vollständig in ihre Ausgangsform zurück.

### Ergebnisse

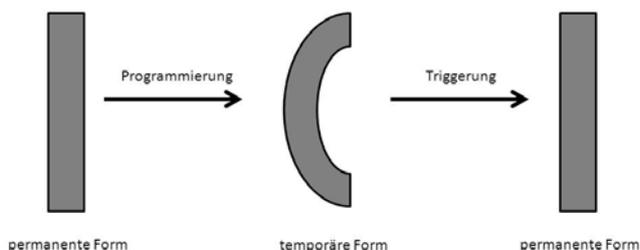
Im Zuge der Projektarbeit wurden thermoplastische Shape-memory Werkstoffe auf Polyurethanbasis synthetisiert, die durch gezielte Einbringung von chemischen Netzpunkten durch multifunktionelle Synthesebausteine verbesserte Zyklenfestigkeiten haben. Ziel war dabei, die Anzahl der Vernetzungen so groß wie nötig zu machen, um gute Eigenschaften zu generieren, gleichzeitig aber thermoplastisches Verhalten sicherzustellen, um eine ökonomisch vorteilhafte Verarbeitbarkeit zu gewährleisten.

Als Versuchsmuster dienten zunächst Folien, an welchen die grundlegenden mechanischen Eigenschaften und das Formgedächtnisverhalten der Polymere studiert wurden. Aus den besten Materialien wurden anschließend auf einem Schmelzspinnstand Mono- und Multifilamente gefertigt und erste textile Muster für eine Charakterisierung und als Demonstrationsobjekte hergestellt.

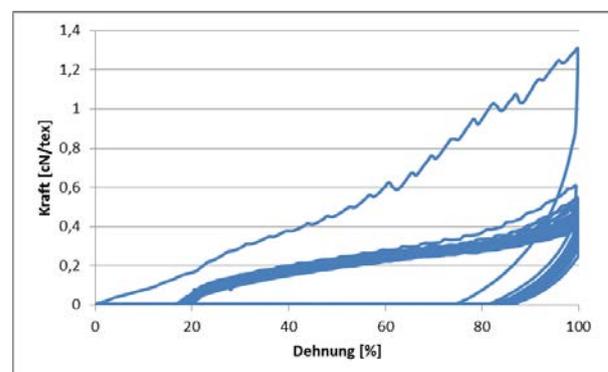
Die erhaltenen Filamente wiesen Festigkeiten auf, die eine textile Verarbeitung im industriellen Maßstab ermöglichen. Gleichzeitig lag die Zahl der Zyklen, die nach einer Einlaufphase ohne wesentliche Änderungen der Charakteristik absolviert wurden bei über 50. Ähnlich zusammengesetzte Formgedächtnismaterialien ohne Vernetzer veränderten schon bei weniger als 10 Zyklen ihr Verhalten irreversibel.

### Anwendung

Die denkbaren Anwendungen für diese Filamente sind sehr breit aufgestellt und reichen von knitterarm ausgerüsteten Textilien, über an die Körperform angepasste Unterwäsche, Temperatursensoren, Medizintextilien, künstliche Muskeln bis hin zu neuen Möglichkeiten für Textildesigner und Modeschöpfer.



Formgedächtniszyklus



Kraft-Dehnungs-Diagramm eines Formgedächtnisfilaments über 50 Zyklen

## Aktuelle öffentlich geförderte Forschungsprojekte

### **Native Polymere und Chemische Forschung**

Dr. Marcus Krieg

Entwicklung innovativer Verfahren zur Herstellung neuartiger integrierter Vliese mit insektiziden Eigenschaften aus Cellulose und Diatomeenerde

BMW i / ZIM, VP2099122WZ3, Laufzeit: 01.06.2014 – 31.05.2017

Philipp Köhler, M. Eng.

Produkt- und Verfahrensentwicklung von mehrfach funktionalisierten Sitzauflagen aus flächenhaft bestickten 3D-Abstandsgewirken

BMW i / ZIM, KF2099123CJ3, Laufzeit: 01.03.2014 – 31.05.2016

Dr. Katrin Römhild

Bioaktive Cellulosevliese für Lebensmittelverpackungen“ „AktivCellFood“  
Teilvorhaben B: Entwicklung funktionaler Vliese auf Basis von Cellulose

BMW i / ZIM, KF2099133SB4, Laufzeit: 01.07.2015 – 30.06.2017

Dr. Birgit Kosan

NaFa Tech CRF-Prozesslinie

BMW i / ZIM, 16KN034824, Laufzeit: 01.01.2014 – 31.08.2016

Dr. Katrin Römhild

Xylanhaltige Stärkeformulierungen für die Oberflächenleimung von Papieren

BMW i / IGF, 18714 BG, Laufzeit: 01.04.2015 – 31.03.2017

Dr. Thomas Schulze

Papier-Nassvliese für Luftfiltration

BMW i / IGF, 18981 BR, Laufzeit: 01.01.2016 – 30.06.2018

Dr. Frank-Günter Niemz

Entwicklung und Validierung von Lyocellfilamenten für textile Anwendungen

BMW i / INNO-KOM-Ost, MF 140011, Laufzeit: 01.05.2014 – 31.10.2016

Dipl.-Chem. Michael Schöbitz

Schwer entflammbare Cellulosefaser

BMW i / INNO-KOM-Ost, MF 140150, Laufzeit: 01.01.2015 – 30.06.2016

# Forschung

---

Dr. Birgit Kosan

Erweiterung des Anwendungspotentials der Lyocell-Technologie durch Nutzung spezieller Enzymaktivitäten

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF140191, Laufzeit: 01.06.2015 - 31.08.2017

Dr. Jens Schaller

Neuer Schmelzkleber aus Hybridpolymeren mit einstellbaren Eigenschaften

BMW/ INNO-KOM-Ost, VF150009, Laufzeit: 01.10.2015 - 31.03.2018

Dipl.-Ing. Stephan Schmuck

Mikrowelleninduzierte faserverstärkte Duromerschäume

BMW/ INNO-KOM-Ost, VF 140034, Laufzeit: 01.11.2014 – 30.04.2017

Dipl.-Ing. Yvonne Ewert

Flammfeste Spinnvliese mit verringertem Emissionsverhalten

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 150132, Laufzeit: 01.03.2016 – 28.02.2018

Dipl.-Chem. Anke Krämer

Methodenentwicklung zur Charakterisierung von Precursor-Fasern in Bezug auf die oxidative Stabilisierung bei der Carbon-Faser-Herstellung anhand von thermischen Abbauprodukten

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 150145, Laufzeit: 01.11.2014 – 30.04.2017

Dr. Frank-Günter Niemz

Dotierte Precursorfasern

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 150133, Laufzeit: 01.04.2016 – 31.03.2018

Dipl.-Ing. Christoph Kindler

Aminoplast Dual Meltblown

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 150143, Laufzeit: 01.05.2016 – 31.07.2018

Dr. Jens Schaller

ERA-WoodWisdom BI-SHAPES

BMVEL/WNR, 22002414, Laufzeit: 01.05.2014 – 30.04.2017

## **Textil- und Werkstoff-Forschung**

Dr.-Ing. Thomas Reußmann

Verfahrensentwicklung für Sandwichbauteile mit hoher Funktionsintegration

BMW/ ZIM, KF 2099131EB4, Laufzeit: 01.04.2015 – 30.09.2017

# Forschung

---

Dr.-Ing. Thomas Reußmann

Entwicklung und Validierung eines Verfahrens zum Einsatz von (Recycling-)Glasfasern in Asphalten unter Berücksichtigung der Zugabe von Recyclingasphalt zur Optimierung der Materialeigenschaften  
Teilvorhaben: Entwicklung eines Verfahrens zur Verwendung von (Recycling-) Glasfasern in Straßenbauasphalten sowie Erarbeitung des Qualitätsmanagements

BMW/ ZIM, KF2099130HF4, Laufzeit: 01.05.2015 – 30.04.2017

Dr.-Ing. Thomas Reußmann

Verfahrensentwicklung kontinuierliche Zuführung C-Faser in Doppelschneckenextruder

BMW/ ZIM, KF 2099125VT4, Laufzeit: 01.06.2014 – 31.05.2016

Dr. Axel Nechwatal / Dr. Rüdiger Strubl

Neue farbwechselnde Kunststoffe und Oberflächenbeschichtungen mit innovativen photochromen Farbstoffen (InnoChrom)

BMW/ ZIM, ZF 4068903SL5, Laufzeit: 01.01.2016 – 30.06.2018

Dr. Axel Nechwatal

Materialentwicklungen von elektrisch beheizbaren TPE-Produkten

BMW/ INNO-KOM-Ost, KF2099128EB4, Laufzeit: 01.11.2014 – 31.10.2016

Dr. Axel Nechwatal

Optimierung der Haftung von Spezialelastomer zu Polyesterfasern

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 130072, Laufzeit: 01.10.2013 – 31.03.2016

Dr.-Ing. Thomas Reußmann

Eigenschaftsoptimierte Naturfaserverbunde für Leichtbauanwendungen

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 130078 , Laufzeit: 01.10.2013 – 31.03.2016

Dr.-Ing. Thomas Reußmann

Sandwichstrukturen aus vernadelten Carbonfaservliesen

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 130111 , Laufzeit: 01.01.2014 – 30.06.2016

Dr. Axel Nechwatal

Kurzfaserverstärkte Silikonelastomere

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 140065, Laufzeit: 01.09.2014 – 28.02.2017

Dipl.-Ing. Gerald Ortlepp

Isotrope Halbzeuge aus Recyclingkarbonfasern

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 140033, Laufzeit: 01.09.2014 – 28.02.2017

# Forschung

---

Dr.-Ing. Thomas Reußmann

Grundlagenuntersuchungen zur Prüfung und Simulation des Umformverhaltens von Naturfaserverbunden

BMW/ INNO-KOM-Ost, VF 140053, Laufzeit: 01.06.2011 – 30.11.2017

Dipl.-Ing. Gerald Ortlepp

Direkt abgelegte 3D-CF-Verstärkungsfaserhalbzeuge

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 130137, Laufzeit: 01.03.2014 – 31.08.2016

Dipl.-Chem. Carmen Knobelsdorf

Cellulosekurzfaserverbunde

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 130157, Laufzeit: 01.05.2014 – 30.04.2016

Dr. Tobias Biletzki

Erweiterung der theoretischen Grundlagen für die Konzeption von C-Faser-Composites

BMW/ INNO-KOM-Ost, VF 140043, Laufzeit: 01.11.2014 – 30.04.2017

Dipl.-Ing. (FH) Christian Hauspurg

Schlagzähe Organobleche aus Hochleistungsstapelfasern – Kennwertmodifizierung durch Materialvariation

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 140106, Laufzeit: 01.02.2015 – 30.06.2017

Dipl.-Chem. Carmen Knobelsdorf

Kennwertsteigerung von SMC-Werkstoffen mit recycelten Carbonfasern

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 150144, Laufzeit: 01.02.2016 – 31.12.2017

Dipl.-Ing. Gerald Ortlepp

Orientierte thermoplastische CF-Halbzeuge mit verbessertem Umformverhalten

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 150148, Laufzeit: 01.03.2016 – 28.02.2018

Dipl.-Ing. Gerald Ortlepp

Stackaufbau für Nasspressprozesse unter Einbeziehung von rCF-Matten

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 150136, Laufzeit: 01.04.2016 – 30.09.2018

## **Kunststoff-Forschung**

Dipl.-Chem. Günther Pflug

Polymerkompositmaterialien für die Nutzung in Catridge-Ventil

BMW/ ZIM, KF 2099129BZ4, Laufzeit: 01.01.2015 – 30.06.2017

# Forschung

---

M. Eng. Martin Geißenhöner

Lanotex – Pflanzenklima: Passives PCM-System für die wurzelnahe Temperierung

BMWi/ ZIM, 16KN018326, Laufzeit: 01.05.2015 – 31.10.2017

Dipl.-Ing. (FH) Stefanie Griesheim

Verbesserte Carrier-Wirkstoff-Systeme in Kunststoffmatrixen für Drainageanwendungen mit antibakteriellem Langzeiteffekt

Teilvorhaben: Kovalente Anbindung von Carrier-Wirkstoff-Systemen an Kunststoffmatrixen für eine permanente Wirkstofffreisetzung und langzeitstabile antibakterielle Wirkung

BMWi/ ZIM, ZF4068901AK5, Laufzeit: 15.08.2015 – 14.08.2017

Dr. Stefan Reinemann

PCM4all - Energiespeicher in Form von polymergebundenen Phase Change Materials für Anwendungen im Kälte- und Wärmebereich bei energieeffizienten Haushaltsgeräten

BMWi , 03ESP225A, Laufzeit: 01.07.2013 – 30.06.2016

M. Eng. Martin Geißenhöner

Wärme- und kältespeichernde Transportfolien für temperatursensible Güter

BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF150011, Laufzeit: 01.06.2015 – 30.11.2017

Dipl.-Ing. (FH) Peggy Brückner

Derma-Regeneration durch sprühfähigen Wundverschluss

BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 130127, Laufzeit: 01.03.2014 – 30.08.2016

Dr. Peter Bauer

Brandwidrige Chemiewerkstoffe auf der Basis von PC, PE und aromatischen PE mit LC-Eigenschaften

BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 140004, Laufzeit: 01.06.2014 – 30.11.2016

Dr. Peter Bauer

Carbonisierung von verbesserten Precursorfasern zur Herstellung von duroplastischen Verbundstoffen

BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 140081, Laufzeit: 30.11.2014 – 30.04.2017

Dipl.-Ing. (FH) Susann Olschak

Innovative Verbundmaterialarchitekturen mit Wabenkern auf Basis von Guss-Polyamid mit transversal isotroper mattenförmiger Verstärkung aus Glas-, Kohlenstoff- und Kunststofffasern für High-Tech-Anwendungen

BMWi/ INNO-KOM-Ost, MF 140082, Laufzeit: 01.06.2015 – 30.11.2017

Christoph Gneupel, M. Eng., IWE

Synthese Virus-inaktivierender, antimikrobieller Polyester

BMWi/ INNO-KOM-Ost, VF 140045, Laufzeit: 01.02.2015– 31.06.2017

# Forschung

---

Dr. Janine Bauer

Ga-basierte antibakterielle Ausrüstung v. Kunststoff-Implantatmaterialien

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF 140153, Laufzeit: 01.02.2015– 31.06.2017

## **Funktionspolymersysteme**

Dr. Christian Döbel

FiVe-Net – Sensoblade / funktionalisierte Verbundwerkstoffe sowie Materialsimulation für ein neuartiges Rotorblatt

BMW/ ZIM, 16KN020348, 15.03.2014 – 14.03.2016

Dr. Christian Döbel

Entwicklung von Ultraschallwandlern mit einem größeren Wirkungsgrad durch die Verwendung neuartiger Materialien zum Einsatz in der zerstörungsfreien Prüfung

BMW/ ZIM, 16KN047530, 01.11.2015 – 31.10.2017

Dr. Thomas Welzel

Hybride Textilverbunde – Technologien für tribologische und mechanische Eigenschaftsverbesserungen technischer Textilien – TriboTex

BMBF, 03X3595F, 01.08.2014 – 31.07.2017

Dr. Steffi Sensfuß

Lichtemittierende elektrochemische Zellen – LECs- durch Rolle-zu-Rolle-Technologie

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF130060, 01.10.2013 – 31.03.2016

Dr. Rüdiger Strubl

SIMA-Tex – Smarte Integration von Marker Additiven in Textilfasern

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF130045, 01.11.2013 – 30.04.2016

Dipl.-Phys. Karin Schultheis

Neuartige, biokompatible 3D-Druck-Formkörper auf Polysaccharidbasis für den medizinischen Einsatz

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF130102, 01.01.2014 – 30.06.2016

Dr. Gulnara Konkin

Entwicklung elektrochrom schaltbarer Visiere für vielfältige Anwendungen

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF130103, 01.01.2014 – 30.06.2016

Dr. Lars Blankenburg

Grundlegende Untersuchungen zur Anwendung flüssigkristalliner Polymere –LCPs- in Polysilazan basierten transparenten, mechanisch flexiblen Hochbarriereschichten –flip-flex-

BMW/ INNO-KOM-Ost, VF140018, 01.09.2014 – 28.02.2017

# Forschung

---

Dr. Lars Blankenburg

Entwicklung eines organisch-basierten low-cost UV-Dosimeters mit Fotodioden-Transducer und elektro-chro-mem (EC) Display inklusive der Herstellung neuer dafür prädestinierter EC-Polymere („Dosi-protECT“)

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF150065, 01.11.2015 – 30.04.2018

Dr. Mario Schrödner

Elektrisch leitende Folien mit PTC-Eigenschaften für Flächenheizungen

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF150134, 01.02.2016 – 30.06.2018

Dr. Gulnara Konkin

Festelektrolyte und deren Applikation im Rolle-zu-Rolle-Verfahren

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF150150, 01.02.2016 – 30.06.2018

Alexander Jantz, M. Eng.

In-Line-Faserelektrodierung

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF150097, 01.03.2016 – 31.08.2018

Dr. Rüdiger Strubl

Synthesefasern mit paramagnetischen Nanopartikeln (SPION-Tex)

BMW/ INNO-KOM-Ost, MF150184, 01.05.2016 – 31.10.2018

Dr. Mario Schrödner

Herstellung, Charakterisierung und Formgebung magnetoaktiver thermoplastischer Elastomere fokussiert auf Anwendungen in der Sensorik und Aktorik

DFG, SCHR 421/4-1, 01.09.2013 – 31.08.2016

## Forschungsprojekte der Tochtergesellschaft OMPG

### **Abgeschlossene, öffentlich geförderte Forschungsprojekte**

Dr. Birgit Kosan

Reinigung und Wiedereinsatz Ionischer Flüssigkeiten zur Auflösung und Verformung von Cellulose  
Charakterisierung und Bewertung der Reinigungseffizienz adsorptiver Prozesse zum Recycling ionischer Flüssigkeiten für die Celluloseverformung

BMW/ ZIM, KF2012111NT2, Laufzeit: 01.12.2012 – 31.05.2015

Dipl.-Chem. Anke Krämer

Entwicklung eines analytischen Verfahrens zur Charakterisierung von Polymeren

BMW/ ZIM, EP130851, Laufzeit: 30.11.2013 – 31.10.2015

# Forschung

---

Dipl.-Ing. (FH) Christian Hauspurg

SensoFormTex Entwicklung und Ausführung geeigneter Prüftechniken

BMW/ ZIM, KU2012112SU3, Laufzeit: 01.01.2014 – 31.12.2015

M. Eng. Martin Geißenhöner

Elektrotherm – Phasenwechselmaterialien in elektrotechnischen Systemen

BMBF/ VDI-TZ/ 13X4010B, Laufzeit: 01.04.2012 – 31.03.2015

## **Aktuelle öffentlich geförderte Forschungsprojekte**

Dipl.-Ing. (FH) Christian Hauspurg

Entwicklung von faltbaren, vollsynthetischen Nassvliesstoffen mit erhöhter Filterleistung

BMW/ ZIM, EP140053, 01.03.2014 – 31.03.2016

## Forschungsprojekte der Tochtergesellschaft smartpolymer GmbH

### **Aktuelle öffentlich geförderte Forschungsprojekte**

Dr. Michael Gladitz

„KMU-innovativ – Verbundprojekt: temporäres mechanisches Herzunterstützungssystem (TEMPHUS)  
Teilvorhaben: Biokompatible Implantat-Kunststoff-Materialien

BMBF/ VDI-TZ/ 13GW0034D, Laufzeit: 01.08.2014 – 31.07.2017

Dipl.-Chem. Günther Pflug

Entwicklung eines neuartigen Kunststoff-Wärmetauschers für industrielle Anwendungen  
TV: Entwicklung eines Hybridkunststoff-Wärmetauschers für die Kühlung von Hydraulikölen in industriellen Anlagen

BMW/ ZIM, KF3331301MF4, 01.11.2014 – 31.10.2016

## Reinigung und Wiedereinsatz Ionischer Flüssigkeiten zur Auflösung und Verformung von Cellulose - Charakterisierung und Bewertung der Reinigungseffizienz adsorptiver Prozesse zum Recycling ionischer Flüssigkeiten für die Celluloseverformung

Projektleiter Dr. Birgit Kosan  
Projektnummer BMWi/ ZIM, KF2012111NT2  
Laufzeit 01.12.2012 – 31.05.2015

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Das Ziel des Projektes bestand in der Entwicklung eines effizienten, bei potentiellen Anwendern technisch realisierbaren Reinigungsverfahrens für ionische Flüssigkeiten (IF) unter Nutzung von Adsorptionstechniken, welche hinsichtlich ihrer Reinigungseffizienz am Beispielfall der Anwendung bei einer Trocken-Nass-Verformung von Cellulose mit IF getestet und bewertet wurden.

### Ergebnisse

Im Rahmen der Projektarbeiten konnte aufgezeigt werden, dass eine Wiederverwendung der getesteten ionischen Flüssigkeiten EMIMAc, BMIMCl und MPIMCl zur Celluloseverformung ohne signifikante Änderung der Prozess- und Produkteigenschaften möglich ist. Durch Aminoxide eingebrachte bzw. entstehende Verunreinigungen können allerdings einen starken DP-Abbau der Cellulose bewirken, welcher durch Verwendung des Stabilisators Propylgallat unterbunden wird.

Die Prozessbedingungen (Temperatur, Scherfeld) sowie gebildete Farbkomplexe des Stabilisators Propylgallat führen zu einer signifikanten Dunkelfärbung der recycelten ionischen Flüssigkeiten (IF) und daraus hergestellter Spinnlösungen sowie auch zu einer Verfärbung der produzierten Fasern. Durch den beim Projektpartner ICTV entwickelten adsorptiven Reinigungsprozess mittels Aktivkohle ist es möglich, die Verfärbung der IF wieder auf ein dem Ausgangsniveau vergleichbares Maß zu reduzieren.

Die getesteten, am ICTV gereinigten IF waren hinsichtlich ihres Löse- und Verformungsverhaltens, sowie der resultierenden Eigenschaften der Spinnlösungen und daraus hergestellter Fasern vergleichbar mit frischen IF. Damit konnte die Reinigungseffizienz des am ICTV entwickelten Reinigungsprozesses für den Prozess der Celluloseverformung als geeignet evaluiert werden.

### Anwendung

Durch die Projektarbeiten wurden Voraussetzungen und Möglichkeiten zur Wiederverwendung ionischer Flüssigkeiten, beispielsweise für die Auflösung von Cellulose, untersucht und entwickelt, was eine unabdingbare Voraussetzung für eine breitere Nutzung ionischer Flüssigkeiten bei der Polymerverformung darstellt.

Die Ergebnisse des Projektes besitzen ein großes Potential zum Lösemittelrecycling bei der Verwendung ionischer Flüssigkeiten.



Abbildung: Löse- und Verformungsmedium 1-Ethyl-3-Methylimidazoliumacetat

## Innovative Phasenwechselmaterialien für gesteigerte Energieeffizienz in elektrotechnischen Systemen für die Mobilität – Entwicklung, Modifizierung, Herstellung hochkapazitiver polymergetragener Phasenwechselmaterialien

Projektleiter M. Eng. Martin Geißenhöner  
Projektnummer BMBF/ VDI-TZ/ 13X4010B  
Laufzeit 01.04.2012 – 31.03.2015

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Aufgabenstellung

Ziel des Projektes ist es gewesen, das Wärmemanagement von Elektroantrieben über den Einsatz von Phasenwechselmaterialien (PCM – Phase Change Materials) zu optimieren. Die Antriebe mit dem verbesserten Wärmemanagement sollen für Traktionsanwendungen für Schienenfahrzeuge (klassische Siemens-Anwendung) und auch für neue Bereiche der Elektromobilität (Elektroautos und -busse) eingesetzt werden. Die Projektumsetzung fand durch die Bündelung der in den relevanten Einzeldisziplinen vorhandene Expertise zu Phasenwechselmaterialien (Rubitherm), polymergetragene PCM-Strukturen (OMPG), Wärmeleitstrukturen (SGL, M-Pore, ZAE) und elektrische Motorentchnik (SAG) sowie durch die Generation synergistische Effekte statt.

### Ergebnisse

Mittels Knet- und Extrusionstechnik wurde durch den Einsatz von Blockcopolymeren sowie Graphit ein hochkapazitives PCM-Compound mit optimierter Wärmeleitfähigkeit entwickelt. Je nach Zusammensetzungen kann eine Wärmekapazität von bis zu 160J/g oder eine Wärmeleitfähigkeit von bis zu 3,5W/m\*K realisiert werden. Das PCM-Compound kann als Wärmespeichergranulat oder als formbares PCM-Compound eingesetzt werden. Hierdurch kann eine optimale Formgebung an das zu temperierte Bauteil gewährleistet werden. Darüber hinaus wurden Versuche zur Umkapselung des PCM-Compounds durchgeführt, sodass eine elektrische Abschirmung des eingesetzten Graphits gegenüber dem elektro-nischen Systems gewährleistet wird.

Der Einsatz des entwickelten, formbaren PCM-Compounds in elektrischen Systemen zur Abführung von überschüssiger, thermischer Energie wird momentan als gering eingeschätzt. Auf Grund der nicht um-setzbaren Wärmeleitfähigkeit von 100W/m\*K wird die Integration in dem vom Siemens vorgesehen Pro-dukt zurzeit nicht vorgesehen. Jedoch können durch die erlangten Erkenntnisse sowie Erfahrungen anwendungsspezifische Folgeprojekte durchgeführt werden. Eine positive Erfolgsaussicht wird dem hergestellten PCM-Granulat zugeschrieben. Mit diesen Ergebnissen konnten zwischenzeitlich weitere Partner im Bereich der Lebensmitteltemperierung gefunden werden. Das Granulat soll zukünftig in Tel-lerwärmer zur Temperierung von Mahlzeiten eingesetzt werden.

### Anwendung

Mit den erreichten Projektziel, ein formbares PCM-Compound mit einer optionalen Beschichtung, können bauteilspezifische, enganliegende PCM-Abformungen zur Aufnahme von überschüssiger Prozessabwärme hergestellt werden. Je nach Anforderungsprofil kann die Kapazität sowie die Wärmeleitfähigkeit eingestellt werden. Die Beschichtungs- und Verkapselungsergebnisse bieten eine Lösungsmöglichkeit, Korrosion von metallischen Bauteilen zu vermeiden sowie eine elektrische Abschirmung zu bieten. Das Nichterreichen der Wärmeleitfähigkeit von 100W/m\*K ermöglicht jedoch den weiteren Einsatz des entwickelten PCM-Compounds zur Temperierung von elektrischen Bauteilen bzw. Systemen, die eine geringere Leistungsaufnahme voraussetzen. Mit den Entwicklungsergebnissen stehen der Fa. Siemens alternative PCM-Produktlösungen zur Verfügung, die für die Temperierung von elektrischen Systemen eingesetzt werden können.



Abbildung: an das zu kühlende Bauteil (links) anpass- sowie formbare PCM-Polymercompound (rechts)

# Forschung

---

## Entwicklung eines analytischen Verfahrens zur Charakterisierung von Polymeren

Projektleiter Dipl.-Chem. Anke Krämer  
Projektnummer BMWi/ ZIM, EP130851  
Laufzeit 30.11.2013 – 31.10.2015

---

Ziel des Forschungsvorhabens war die Entwicklung von Methoden zur Prüfung von neuartigen Celluloseformkörpern, welche aus ionischen Flüssigkeiten durch Trocken-Nass-Verformung gewonnen werden, im Hinblick auf ihre Eignung als Lebensmittelkontaktmaterial. Dieser ursprüngliche Ansatz wurde im Laufe der Bearbeitungszeit zügig auf weitere Matrices und Analyten ausgeweitet. Insbesondere zur Erreichung der wirtschaftlichen Ziele des Vorhabens erwies sich die Begrenzung auf ein spezifisches Polymer als zu kurz gefasst.

Die mit diesem Ansatz erarbeiteten und erprobten Migrationsszenarien bilden zusammen mit den analytischen Methoden eine sehr gute Grundlage für die Charakterisierung von Polymeren hinsichtlich der Migration von Inhaltsstoffen bei der Verarbeitung und der Verwendung. Die standardisierte Vorgehensweise bei der Prüfung erlaubt den Vergleich verschiedener Polymere und Ihre Eignung für den Einsatz im regulierten Umfeld.

Daraus ergibt sich insbesondere für Unternehmen mit neuen Materialien oder veränderten Einsatzbedingungen ein wichtiger Aspekt bei der Konformitätsprüfung, da eine umfassende Dokumentation der Prüfungen sowie die genaue Berücksichtigung der Produktions- oder Anwendungsbedingungen erfolgt.

Das Kundenspektrum der Antragstellerin konnte bereits im Verlauf des Projektes dahingehend erweitert werden und erste Aufträge wurden bereits mit Hilfe der Prüfscenarien bearbeitet.

Materialeigenentwicklungen im Bereich Funktionsfaserstoffe werden ebenfalls nach diesen Prüfscenarien geprüft und die daraus resultierenden Ergebnisse interessierten Anwendern in den Produktdatenblättern übermittelt. Die Markteinführung kann somit deutlich verbessert werden.

## SensoFormTex Entwicklung und Ausführung geeigneter Prüftechniken

Projektleiter Dipl.-Ing. (FH) Christian Hauspurg  
Projektnummer BMWi/ ZIM, KU2012112SU3  
Laufzeit 01.01.2014 – 31.12.2015

---

Ziel des Forschungsvorhabens war die Entwicklung von Methoden zur Prüfung von neuartigen Celluloseformkörpern, welche aus ionischen Flüssigkeiten durch Trocken-Nass-Verformung gewonnen werden, im Hinblick auf ihre Eignung als Lebensmittelkontaktmaterial. Dieser ursprüngliche Ansatz wurde im Laufe der Bearbeitungszeit zügig auf weitere Matrices und Analyten ausgeweitet. Insbesondere zur Erreichung der wirtschaftlichen Ziele des Vorhabens erwies sich die Begrenzung auf ein spezifisches Polymer als zu kurz gefasst.

Die mit diesem Ansatz erarbeiteten und erprobten Migrationsszenarien bilden zusammen mit den analytischen Methoden eine sehr gute Grundlage für die Charakterisierung von Polymeren hinsichtlich der Migration von Inhaltsstoffen bei der Verarbeitung und der Verwendung. Die standardisierte Vorgehensweise bei der Prüfung erlaubt den Vergleich verschiedener Polymere und Ihre Eignung für den Einsatz im regulierten Umfeld.

Daraus ergibt sich insbesondere für Unternehmen mit neuen Materialien oder veränderten Einsatzbedingungen ein wichtiger Aspekt bei der Konformitätsprüfung, da eine umfassende Dokumentation der Prüfungen sowie die genaue Berücksichtigung der Produktions- oder Anwendungsbedingungen erfolgt.

Das Kundenspektrum der Antragstellerin konnte bereits im Verlauf des Projektes dahingehend erweitert werden und erste Aufträge wurden bereits mit Hilfe der Prüfscenarien bearbeitet. Materialeigenentwicklungen im Bereich Funktionsfaserstoffe werden ebenfalls nach diesen Prüfscenarien geprüft und die daraus resultierenden Ergebnisse interessierten Anwendern in den Produktdatenblättern übermittelt. Die Markteinführung kann somit deutlich verbessert werden.

## Berufsausbildung

Das TITK und seine Tochtergesellschaften OMPG und smartpolymer GmbH übernehmen eine wichtige Rolle in der Ausbildung von jungen Menschen. Derzeit werden 11 Auszubildende in den Berufen Chemielaborant, Chemikant, Textillaborant und Verfahrensmechaniker für Kunststoff- und Kautschuktechnik und Produktionsmechaniker Textil ausgebildet.

## Studienarbeiten

Studenten der Studienrichtungen Chemie, Physik, Textiltechnik, Verfahrenstechnik, Werkstofftechnik und weitere werden durch Praktika sowie die Betreuung von Diplomarbeiten und Dissertationen unterstützt.

Folgende Studienarbeiten wurden im Jahr 2015 durch das TITK vergeben und betreut:

Bachelorarbeit

### **Dendritisch hyperverzweigte Polymere als Ankergruppen und/oder Trägerpolymere für die biologische Oberflächenfunktionalisierung von thermoplastischen Polymerwerkstoffen**

Wölfel, Carsten, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Betreuer: Dr. Michael Gladitz

Bachelorarbeit

### **Untersuchung der textilen Integration von sensorischen Fasern zur Anwendung in technischen Geräten**

Frister, Sarah, Hochschule Coburg

Betreuer: Dr. Christian Döbel

Masterarbeit

### **Untersuchung zum Einfluss von Haftvermittlern auf die Eigenschaften von faserverstärkten Sandwichstrukturen mit PP-Matrix**

Mantke, Enrico, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Betreuer: Dipl.-Ing. Eric Oberländer

Bachelorarbeit

### **Gestaltung textiler Flächenstrukturen aus chromogenen Funktionsfasern für den Einsatz spezifischer Anwendungen**

Wirth, Karina, Hochschule Hof

Betreuer: Dr. Christian Döbel

## Lehrtätigkeit

Das TITK unterstützt die Ausbildung von Studentinnen und Studenten der **Technischen Universität Ilmenau**. Dazu realisiert Herr Professor Dr. Heinemann, Leiter der Abteilung "Funktionspolymersysteme" des TITK bereits seit mehreren Jahren die Lehrveranstaltung „**Polymerchemie – Chemische Grundlagen der Polymerwerkstoffe**“. Sie ist obligatorisch für Studierende im 3. Fachsemester des Studiengangs „Werkstoffwissenschaft“ (Bachelor of Science), im 1. Fachsemester des Studiengangs „Werkstoffwissenschaft“ (Master of Science) sowie wahlobligatorisch für Studentinnen und Studenten im 1. Fachsemester des Studiengangs „Technische Physik“ (Master of Science). Seit dem Wintersemester 2011/2012 ist diese Vorlesung auch Pflichtveranstaltung der Ausbildung zum „Master of Science“ im Studiengang „Maschinenbau“ im Modul „Kunststofftechnik“. Darüber hinaus gehört an der Technischen Universität Ilmenau seit dem Sommersemester 2013 der Studiengang „Biotechnische Chemie“ zum Fächerkanon. Die von Prof. Dr. Heinemann dargebotene Lehrveranstaltung „Polymerchemie“ ist für die Studentinnen und Studenten im 5. Fachsemester dieses Studienganges ein Pflichtfach, um den Abschluss „Bachelor of Science“ erlangen zu können.

Im Rahmen der Lehrveranstaltung „Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen – Verbundwerkstoffe“ für Studierende im 4. Fachsemester des Studiengangs „Werkstoffwissenschaft“ (Bachelor of Science) in Verantwortung von Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Koch, dem Stiftungsprofessor für Kunststofftechnik an der TU Ilmenau, zu deren Stiftern auch die OMPG mbH – das 100%ige Tochterunternehmen des TITK gehört, wird von der Abteilung "Kunststoff-Forschung" des TITK ein Blockpraktikum durchgeführt. Zudem können interessierte Studentinnen und Studenten der Technischen Universität Ilmenau die Möglichkeit nutzen, insbesondere in vorlesungsfreien Zeiten Praktika im TITK zu absolvieren, um so einen intensiven Einblick in die aktuellen Aktivitäten der industrienahen Polymerwerkstoffforschung des TITK zu erlangen.

## Publikationen

### **A tool box for characterization of pulps and cellulose dopes in Lyocell technologie**

Meister F., Kosan B.  
Nordic Pulp & Paper Research Journal Vol 30 no (1) 2015

### **Current Possibilities for Improving Polymer Photochromic Systems**

Nechwatal A., Nicolai M.  
AATCC Review 15 (1), 49 – 56 (2015)

### **3-d Direktablage von Naturfasern im Faserblasverfahren**

Reußmann T., Cierpka S., Galan J., Huber-Hesselberger H.  
Emobility tec, 03/2015, S. 62 – 65

### **Granulate mit Carbonfaserverstärkung – Verbundwerkstoffe aus Recyclingcarbonfasern**

Reußmann T., Oberländer E., Honderboom A., Danzer M.  
Lightweight design 5/15, S. 26 – 31

### **Neues Medizintechnikum für F+E-Arbeiten am TITK**

Bauer J.  
GAK News, 10/2015 – Jahrgang 68, Seite 660

### **Antibakterielle Wirkung, Dienstleistungen für die Kunststoffbranche**

Olschak S.  
K Zeitung, Ausgabe 19 vom 02.10.2015, Seite 46

### **Entwicklung weichmagnetischer Polymerkomposite mit verbesserten magnetischen Eigenschaften für den Einsatz in spritzgießbaren induktiven Baugruppen und für magnetodielektrische Antennensubstrate**

Pflug G., Reinemann S.  
Tagungsband/CD zur Technomer 2015, 24.  
Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, Technische Universität Chemnitz, Langfassung des Fachbeitrags V2.6, S.1-5, ISBN 978-3-939382-12-6

### **TPD wide-bandgap polymers for solar cell application and their sensitization with small molecule dyes**

Blankenburg L., Sensfuss S., Schache H., Marten J., Milker R., Schrödner M.  
Synthetic Metals 199, 2015, 93-104

### **Perhydropolysilazane derived silica for flexible transparent barrier foils using a reel-to-reel wet coating technique: Single- and multilayer structures**

Blankenburg L., Schrödner M.  
Surfaces and Coating Technologies 275, 2015, 193-206

## Vorträge

### **Preparation and Characterization of Cellulose Dopes in NMMO**

Meister F., Kosan B.  
COST Training Workshop, Jena – Rudolstadt, 07. – 09.04.2015

### **Direct Dissolution and Dry-jet-Wet Shaping of Cellulose**

Meister F.  
Cellulose Technologie Workshop 2015 Turku (Fi), 20. – 22.04.2015

### **Selbstvernetzende Beschichtungsmassen auf Basis sprüh- und extrudierfähiger Celluloseharze**

Meister F.  
12. Feiberger Polymertag 2015, Freiberg (D), 23.04. – 24.04.2015

### **80 Jahre Chemiestandort Schwarza – 80 Jahre Cellulosefaserforschung**

Meister F.  
Jubiläumsveranstaltung des Geschichtsvereins "Chemiestandort Schwarza", 29.06.2015

### **Sprayable and spreadable cellulose derivative solutions as innovative coating compounds**

Meister F., Schaller J., Stengel K., Schöbitz M.  
Cellulose Symposium 2015, Messe Frankfurt, 30.06. – 01.07.2015

### **Novel process for spinning polyacrylonitrile fibres**

Niemz F.-G. et al.  
54. Chemiefasertagung Dornbirn (A), 16.– 18.09.2015

### **Möglichkeiten zur Trocken-Nass-Verformung und zur homogenen Funktionalisierung von Cellulose**

Meister F.  
Institutskolloquium ITCF Denkendorf 2015, Denkendorf (D), 17.11.2015

### **LanoTex – Innovative textile based systems for the generation of animal-controlled thermal**

## **environments in byres**

Meister F.

9. Aachen-Dresden International Textile Conference, Aachen (D), 26.-27.11.2015

## **NATURAUTO: Development of a new test tool to measure emissions and odors from NF composites**

Medina L., Gortner F., Nechwatal A.

Bio!CAR – Conference on biobased Materials for Automotive Applications, September 2015, Stuttgart

## **Direct manufacturing of 3D composite parts with the fiber blowing process**

Reußmann T.

International Symposium on Highly-Controlled Nano- and Micro-Scale Funktional Surface Structures for Frontier Smart Materials Kanto Gakuin University Yokohama, Japan, May 2015

## **Significance of recycling and reuse of carbon fibers from automobile application**

Reußmann T.

JSAE Annual Congress (Spring)  
Pacifico Yokohama, Japan, May 2015

## **Recycling von Carbonfasern und Herstellung von thermoplastischen Verbundhalbzeugen**

Reußmann T., Oberländer, E.

24. Fachtagung Technomer, TU Chemnitz,  
12. – 13. November 2015

## **Antimikrobielle dendritische Polymer-Metall-Hybride für Beschichtungen und Compounds**

Gladitz M.

Institutskolloquium Biozide – Materialien, Anwendungen und Trends am 01.10.2015, IKTR Südliches Anhalt

## **Antimikrobielle Oberflächen durch Einsatz von dendritischen Polymer-Metall-Hybriden**

Gladitz M.

Workshop Beschichtungen für Biotechnologie und Medizintechnik im Rahmen der V2015 am 13.10.2015 Wyndham Garden Dresden

## **Entwicklung weichmagnetischer Polymerkomposite mit verbesserten magnetischen Eigenschaften für den Einsatz in spritzgießbaren induktiven Baugruppen und für magneto-dielektrische Antennensubstrate**

Pflug G., Reinemann S.

Technomer 2015, 24. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 12.-13.11.2015, Technische Universität Chemnitz

## **Smarte Polymeradditive für die Modifizierung thermoplastischer Kunststoffe**

Heinemann K.

Workshop „Maßgeschneiderte Thermoplaste für Spritzguss und Extrusion, Schkopau, 27.02.2015

## **Erfahrungen mit dem ZIM NEMO Netzwerk SMART TEC**

Döbel C.

ADT - Frühjahrstagung im April 2015, Schmalkalden, 27.04.2015

## **Einsatz von Piezoelektrischen Fasern für vielfältige Anwendungen**

Döbel C.

Workshop „SmartTex“, Weimar, 20.05.2015

## **Einsatz von Funktionsfasern in einem Rotorblatt für Kleinwindanlagen**

Döbel C.

ELMUG-Netzwerk, Friedrichroda, 30.06.-01.07.2015

## **Antimikrobielle Funktionalisierung von Kunststoffen mit Metallkomplexadditiven**

Strubl R.

11. Thüringer Grenz- und Oberflächentage, 10. Biomaterial-Kolloquium, Zeulenroda, 16.09.2015

## **Vorversuche zu einer PHB-basierten PEU-Faser**

Strubl R.

4. Treffen Kooperationsnetzwerk BioPlastik, Martinsried, 03.11.2015

## **Einsatz von Funktionsfasern für die vorbeugende Instandhaltung**

Döbel C.

31. Schmalkaldener Fachtagung, 06.11.2015

## **Polymerwerkstoffe und Biotechnologie**

Heinemann K.

Workshop Kompartimentierte Biotechnologie „KompaTech“, Erfurt, 10.12.2015

## Poster

### **CellSolution™ Functional Cellulosic Materials**

Krieg M.

54. Chemiefasertagung Dornbirn (AT), 16. – 18.09.2015

### **Influence of salts on the dissolution properties of cellulose and cellulose derivatives and their relation to the material properties**

Kosan B., Römhild K., Meister F.

EPNOE 2013 Polysaccharide Conference, 21.-24. Oktober 2013, Nice, France

### **Magnetoactive Thermoplastic Elastomer Composites for Fiber Actuators**

Märten A., Werner D., Krautz M., Popp J., Waske A., Schrödner M.

3. Kolloquium SPP 1681 "Feldgesteuerte Partikel-

Matrix-Wechselwirkung: Synthese, Multiskalen-Modellierung und Anwendung magnetischer Hybridmaterialien", 30.9.-2.10.2015, Benediktbeuern

### **Magnetic properties of soft magnetic composites with Carbonyl-Iron powder**

Krautz M., Werner D., Schrödner M., Popp J., Waske A., Eckert J.

3. Kolloquium SPP 1681 "Feldgesteuerte Partikel-Matrix-Wechselwirkung: Synthese, Multiskalen-Modellierung und Anwendung magnetischer Hybridmaterialien", 30.9.-2.10.2015, Benediktbeuern

## Patente und Schutzrechte

Im Jahr 2015 wurden durch das TITK 3 neue internationale Schutzrechte angemeldet.

Anmelder: TITK

Erfinder: Schütz A., Büttner D., Geißenhöner M.

### **Flexible PCM-Flächengebilde**

WO2015177168 (Offengelegtes Patent)

Anmelder: TITK

Erfinder: Meister F., Bauer R., Mooz M., Krieg M., Riede S.

### **Verfahren zur Herstellung von Celluloseformkörpern mit gezielter Freisetzung von Wirkstoffen**

Wird Mitte Juni offengelegt

Anmelder: TITK

Erfinder: Bauer R., Krieg M., Mooz M., Riede S.

### **Cellulose-Formkörper mit darin verteilten physiologisch wirksamen Mineralstoffen**

WO2015155245 (Offengelegtes Patent)

## Präsentation auf Messen und Fachausstellungen



### Spielwarenmesse

Unsere Tochtergesellschaft war wieder Aussteller auf der Spielwarenmesse vom **28.01. – 02.02.2015** in Nürnberg.

Zur Spielwarenmesse in Nürnberg sind alle führenden Prüfinstitute für die Bereiche Spielwaren und Bedarfsgegenstände vertreten.

Somit konnten aktuelle Fragestellungen in der Spielzeug- und Bedarfsgegenständeanalytik diskutiert und Informationen zu aktuellen Normen, Richtlinien, Vorschriften und Gesetze gesammelt werden.

Der Besuch der Spielwarenmesse in Nürnberg wurde genutzt, um den persönlichen Kontakt zum bereits bestehenden Kundenstamm zu vertiefen.

### Textextil

Die Messe Textextil präsentierte vom **04. bis 07. Mai 2015** in Frankfurt/M Entwicklungen auf dem Gebiet der Technischen Textilien und der Funktionalisierten Textilien. Aussteller aus über 50 Ländern zeigten ihre Produkte, sowohl über die gesamte textile Wertschöpfungskette als auch aus tangierenden Bereichen wie Maschinen und Anlagen sowie Qualitätssicherung. Das TITK war 2015 als Aussteller vertreten und präsentierte seine neuesten Entwicklungen u. a. zu Lyocellfaserentwicklungen Clima (PCM), Skin Care (Vitamin E) und Protection (Permethrin). Die Mitarbeiter vor Ort konnten sich an den 4 Messtagen über einen gut besuchten Messestand freuen und viele neue Kundenkontakte knüpfen.



# Öffentlichkeitsarbeit

## Bayern Innovativ „Texil und Zukunft“ in Hof 25.06.2015



Das TITK präsentierte sich zu der Ausstellung „Texil und Zukunft“ in Hof mit einem eigenen Stand mit den Schwerpunkten

„Cell Solution®“

*Funktionsfasern Clima*

*Funktionsfasern Protection*

*Funktionsfasern Skin Care*

## Teilnahme an „Zulieferer Innovativ“ BMW-Welt 06. / 07. Juli 2015

Das TITK präsentierte hier aktuelle Entwicklungen aus den Bereichen CFK und NFK.

## 54. Chemiefasertagung (MFC) Dornbirn 16.09. – 18.09.2015

Ausstellungsschwerpunkte waren die Arbeiten zur Verformung von PAN aus Lösungen in ionischen Flüssigkeiten, die auch im Vortrag von Dr. F.-G. Niemz dem Fachpublikum vorgestellt wurden. Darüber hinaus waren Cellulosefunktionsfasern wie beispielsweise CellSolution® clima, CellSolution® skin care und CellSolution® protection sowie daraus gefertigte Textilerzeugnisse Gegenstände der Standpräsentation.

Erneut wurden die FuE-Arbeiten des Institutes und die Dienstleistungs- und Transferaktivitäten seiner Töchter Ostthüringische Materialprüfgesellschaft für Textil und Kunststoffe mbH (OMPG) und smartpolymer GmbH von einer ganzen Reihe von Besuchern der MFC nachgefragt und waren Ausgangspunkt für neue Projekte und Aufträge.



# Öffentlichkeitsarbeit

## FAKUMA – Messe für Kunststoffverarbeitung

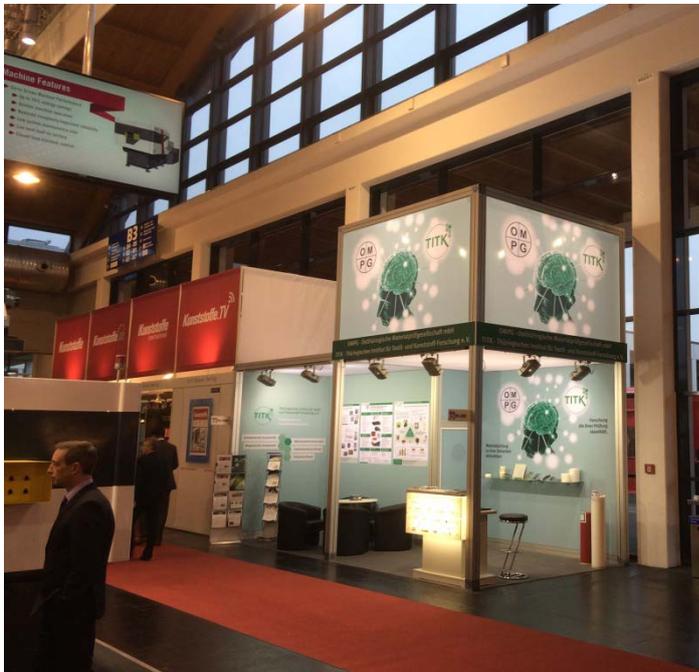
Die OMPG war gemeinsam mit dem TITK vom 13.10. – 17.10. 2015 auf der Internationalen Fachmesse für Kunststoffverarbeitung – FAKUMA vertreten.

Der Fachbesucher fand die komplette Prozesskette „Kunststoffverarbeitung“ vor. Angefangen bei der Produktentwicklung über den Werkzeug- und Formenbau, den Rohstofflieferanten bis hin zur industriellen Fertigung. Einen größeren Raum nahm in diesem Jahr die additive Fertigung ein (3D-Drucken).

Das Dienstleistungsangebot der OMPG fand in Form von Prüfdienstleistungskatalogen bzw. Leistungsverzeichnissen (Spezielle Prüfungen für die Automobilindustrie) und Flyern zu den wichtigsten Kunststoffprüfungen Beachtung. Die Flyer wurden in diesem Jahr komplett neu gestaltet.

Ein weiteres Ziel auf der Fakuma war die Pflege bestehender OMPG-Kundenkontakte und das Gespräch mit potentiellen Neukunden für den Dienstleistungsbereich unseres Hauses.

Im Bereich der Forschung wurden die zwei Themen Antibakterielle Ausrüstung von Kunststoffen und Wärme- und Kältespeichergranulate durch Poster präsentiert sowie im Vorfeld durch Veröffentlichungen publiziert, so dass die Resonanz relativ hoch war. Ebenfalls von großem Interesse waren die Prüfungen im Bereich der biologischen Labore. Diese wurden intensiver beworben u.a. auch durch Standbesuche bei potentiellen Neukunden.

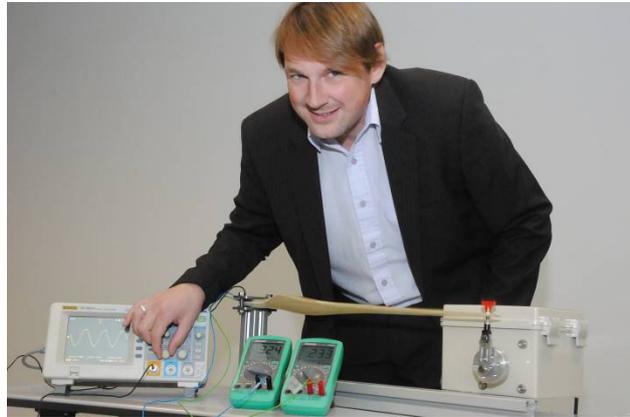


# Auszeichnungen

## Ehrungen für TITK-Wissenschaftler

Geniale und pfiffige Produktentwicklungen aus Thüringen wurden zur 67. Internationalen Fachmesse „Ideen-Erfindungen-Neuheiten“ am Gemeinschaftsstand des Thüringer Erfindernetzwerkes für „Erfinderförderung – Innovationen - Netzwerkmanagement“ ERiNET, erfolgreich präsentiert.

Auf der iENA 2015 wurde die Entwicklung eines Rotorblatts für Windkraftanlagen mit integrierter Vorhersage der Lebensdauer und einem Blitzzähler mit einer Goldmedaille ausgezeichnet. Die Erfindung erhielt auch den Innovationspreis 2015 der malaysischen Universität Putra.



## Bundes- und Landesbeste Auszubildende ausgezeichnet



Herr Sandro Eippert hat von 2013 bis 2015 in der Abteilung Textil- und Werkstoff-Forschung seine Ausbildung zum Produktionsmechaniker Textil absolviert.

Er verkürzte die reguläre Ausbildungszeit von drei auf zwei Jahre und bestand alle Prüfungen mit Bestnoten. Sandro Eippert erhielt die Auszeichnung zum Landesbesten und Bundesbesten Auszubildenden 2015.

Melanie Führ (Abteilung Kunststoff-Forschung) wurde als IHK Prüfungsbeste Chemielaborantin 2015 ausgezeichnet.



# Gremien des Vereins

---

## Vorstand

<b>Vorstandsvorsitzender</b>	Herr Dr.-Ing. Horst Bürger, Rudolstadt
<b>Stellvertreter des Vorsitzenden</b>	Herr Alfred Weber
<b>Weitere Mitglieder des Vorstandes</b>	Herr Dr. Jürgen Engelhardt, Dow Wolff Cellulosics GmbH, Walsrode
	Herr Dipl.-Ing. Jens Henkel, EPC GmbH, Rudolstadt
	Herr Dr.-Ing. Ralf-Uwe Bauer, Rudolstadt
	Herr Dipl. rer. mil. Andreas Krey, Landesentwicklungsgesellschaft (LEG), Erfurt
	Herr Dr. rer. nat. Egbert Grützner, BASF SE, Ludwigshafen
	Herr Andreas Wüllner, SGL Automotive Carbon Fibers GmbH & Co. KG, München

## Mitglieder des Vereins

### Unternehmen

- ADVANSA Marketing GmbH, Hamm
- BASF Performance Polymers GmbH, Rudolstadt
- Bauerfeind AG, Zeulenroda-Triebes
- Belland Technology AG, Pottenstein
- BOZZETTO GmbH, Krefeld
- Carl Weiske GmbH & Co. KG, Hof
- Creditreform Gera Titze KG, Gera
- DST Dräxlmaier Systemtechnik, Vilsbiburg
- Domo Polypropylene, Sint-Niklaas (Belgien)
- Dow Wolff Cellulosics GmbH, Walsrode
- EPC Engineering Consulting GmbH, Rudolstadt
- FIAB - Förderverein Institut für Angewandte Bauforschung Weimar e.V.
- Flock Faser GmbH Thüringen, Rudolstadt
- Gebäudetechnik Motzka GmbH, Rudolstadt
- GKT Gummi- und Kunststofftechnik Fürstenwalde GmbH, Fürstenwalde
- Grafe Color Batch GmbH, Blankenhain
- HYOSUNG corporation, Kyonggi-Do (Korea)
- Innovatext, Budapest (Ungarn)
- Kelheim Fibres GmbH, Kelheim
- Köster Gas-Heizung-Sanitärinstallation, Burkersdorf
- LATICO Germany GmbH, Rudolstadt
- Lenzing AG, Lenzing (Österreich)

# Gremien des Vereins

---

- List AG, Arisdorf (Schweiz)
- Mailinger innovative fiber solutions GmbH, Scheuerfeld
- Messe Erfurt GmbH, Erfurt
- Oerlikon Barmag, Chemnitz
- One-A engineering Austria, Regau (Österreich)
- Opti-Polymers GmbH, Rudolstadt
- PHÖNIX Werkzeugbau GmbH Rudolstadt
- PHP Fibers GmbH, Obernburg
- Polymer Engineering GmbH, Rudolstadt
- SBM sinusbau & management GmbH, Rudolstadt
- Schill + Seilacher GmbH, Böblingen
- SGL Automotive Carbon Fibers GmbH & Co. KG München
- smartfiber AG, Rudolstadt
- Smartfilaments AG, Wil (Schweiz)
- Spolsin, spol. s.r.o., Ceska Trebova (Tschech. Republik)
- Uhde INVENTA-Fischer GmbH, Berlin
- Vogt-Plastic GmbH, Rickenbach

## **Institute**

- Birla Research Institute for Applied Sciences, Nagda (Indien)
- China Textile Academy, Beijing (China)
- East China University, Shanghai (China)
- Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena, Fachbereich Werkstofftechnik, Jena
- Fördergemeinschaft für den Lehrstuhl Kunststofftechnik an der TU Chemnitz e. V., Chemnitz
- Forschungsinstitut für Chemiefasern (Research Institute for Man-Made Fibres), Svit (Slowakische Republik)
- Forschungsinstitut für Leder- und Kunststoffbahnen gGmbH, Freiberg
- Forschungsinstitut für Tief- und Rohrleitungsbau e.V., Weimar
- Friedrich-Schiller-Universität Jena, Jena
- Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS), Hermsdorf
- Institut of Biopolymers and Chemical Fibres, Lodz (Polen)
- Institut für Makromolekulare Chemie und Textilchemie an der TU Dresden, Dresden
- Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik an der TU Dresden, Dresden
- IMA Institut für Materialforschung und Anwendungstechnik, Dresden
- KITECH, Institute of Industrial Technology, ChonAn-Si (Korea)
- Kanto Gakuin University College of Human and Environmental Studies, Yokohama-City (Japan)
- Kunststoffzentrum Leipzig gGmbH, Leipzig
- Ökometric, Bayreuther Institut für Umweltforschung, Bayreuth
- RRi Reutlingen Research Institute/Hochschule Reutlingen, Reutlingen
- Shanghai Textile Research Institute, Shanghai (China)
- Stiftung für Angewandte Forschung Bay Zoltan, Budapest (Ungarn)

# Gremien des Vereins

---

- Süddeutsches Kunststoff-Zentrum e. V., Würzburg
- Technische Universität Chemnitz, Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Chemnitz
- Technische Universität Ilmenau, Ilmenau
- Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e. V., Greiz
- Textile and Leather Research National Institute, Bukarest (Rumänien)
- TÜBITAK Bursa Test and Analysis Laboratory, Bursa (Türkei)
- UFT Umweltinstitut für Forschung und Technologie in Ostthüringen e. V., Gera
- Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Makromolekulare Chemie, Bayreuth
- Westsächsische Hochschule Zwickau, Fachbereich Textil- und Ledertechnik, Reichenbach

## **Verbände/ Institutionen**

- Förderverein Cetex Chemnitzer Textilmaschinenentwicklung, Chemnitz
- Kreissparkasse Saalfeld-Rudolstadt, Saalfeld
- Industrie- und Handelskammer Ostthüringen zu Gera, Gera
- Industrievereinigung Chemiefaser e. V., Frankfurt
- Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen GmbH, Erfurt
- Landratsamt Saalfeld-Rudolstadt, Saalfeld
- PolymerMat e. V., Jena
- TÜV Thüringen e. V., Jena
- Verband der Nord-Ostdeutschen Textilindustrie e. V., Chemnitz

## **Persönliche Mitglieder**

- Herr Dr. Franz, Rudolstadt
- Herr Prof. Dr. Berger, Dresden
- Herr Prof. Dr. Heinze, Kompetenzzentrum für Polysaccharidforschung, Jena
- Herr Prof. Dr. Jambrich, Technische Universität Bratislava (Slowakische Republik)
- Herr Prof. Dr. Takui, Osaka city University, Osaka (Japan)
- Herr Reichl, Bürgermeister, Rudolstadt

# Impressum

---

Herausgeber:

Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e.V.  
Breitscheidstraße 97, 07407 Rudolstadt, Deutschland

Telefon: +49 3672 - 379 - 0  
Telefax: +49 3672 - 379 - 379

E-Mail: [info@titk.de](mailto:info@titk.de)  
Internet: [www.titk.de](http://www.titk.de)

Fotos und Grafiken:  
Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e.V.

Redaktionsschluss: 13.06.2016