



# TEXTILFORSCHUNG 2023

Bericht 70

# Impressum

## BILDQUELLEN

Titel: © STFI | S. 6: © Die Hoffotografen | S. 10: CombiWinder - © DITF; Windeleinlage - © STFI | S. 11: © ITM, TU Dresden | S. 12: Innosandwich + Wärmebild - © ITA; Kühlkomponente - © DeltaSystems | S. 14: © STFI und TUBAF | S. 15: © Leif Christoph Gottwald auf Unsplash | S. 16: © DITF | S. 17: AI-generiert mit leonardo.ai | S. 18: © ITA | S. 19: © STFI | S. 20: © ITA | S. 21: © ITM, TU Dresden | S. 22: © DWI | S. 23: © CanStockPhoto - Voyagerix | S. 24: © DITF | S. 25: elektronenmikroskopische Aufnahme - © H. Mathews, A. Glogowsky; Sportbekleidung @ KI-generiert mit leonardo.ai | S. 26: © FTB | S. 27: © TEXOVERSUM Fakultät Textil | S. 28: Sauerfrucht - © Tim Gage, CC BY-SA 2.0 via Wikimedia Commons; Sheet Mask + ethanolischer Graviola-Extrakt - © STFI | S. 29: © J. Meyer, S. Huysman | S. 30: © DTNW | S. 31: © ITA | S. 32: © ITM, TU Dresden | S. 33: © ITM, TU Dresden | S. 34: Dr. Antje Ota - © Gips-Schüle-Stiftung; CellCO<sub>2</sub> - © nova-Institute GmbH; Elke Thiele, Dr. Franziska Lehmann, Staatsminister Wolfram Günther - © STFI | S. 35: Philipp Weigel + Dave Kersevan - © ITM, TU Dresden; Maryam Sodagar - © CEMATEX; AVK-Innovationspreis 2023 - © JEC DACH Forum | S. 36: Dr.-Ing. Lajos Szabó - © TITK; Schutzausrüstung für Frauen - @ KI-generiert mit leonardo.ai | S. 37: textile Heizmatte - © msquare; kanadische Delegation - © STFI; Gestrick - © TITK | S. 38: ADD-ITC - © ITM, TU Dresden; AlgaeTex - © ITA | S. 39: Tablet - © ILC; Mehrlagengeweben für Funktionsmuster- © ITM, TU Dresden | S. 40: © Maximilian Rechenberg (UKDD) | S. 41: © STFI | S. 42: Thermobondinganlage - © TFI; Anlage mit CO<sub>2</sub>-Laser-Fixierung - © TITV; Röntgendiffraktometer - © TITK | S. 43: Roboteranlage - © TITK; Bikomponenten-BCF-Spinnanlage - © DITF | S. 44: MDW®-Technologie - © TITV; Anlage für Schutztextilprüfungen - © STFI; Anlage - © TITV | S. 45: Prüfstand für Stich- und Schnittprüfung - © STFI; Strukturspulelement, Aufsteller und beleuchtete Theke aus Papier - © DITF | S. 46: Touchsensor - © TITV; Speiseöl - © Jeder Tropfen Zählt | S. 47: Projekt kyndhair - © TITK; Soldatenfliege - © madebymade; Formpressteile - © Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle; Monofilamente - © ITM, TU Dresden | S. 48: Skifahrer - © Oleksandr Pyrohov auf Pixabay; Prinzip des Schnitttests + Bestimmung des Keimdurchgangs - © DITF

## IMPRESSUM

Herausgeber:  
Forschungskuratorium Textil e. V.  
Reinhardtstraße 14 - 16  
10117 Berlin  
Telefon: +49 30 726220-40  
jdiebel@textilforschung.de  
www.textilforschung.de

Verantwortlich:  
Johannes Diebel | Geschäftsführer Forschungskuratorium Textil e. V.

Copyright 2024:  
Forschungskuratorium Textil e. V., Berlin

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Inhalt

---

- 4 · Vorstand und Mitglieder des Forschungskuratoriums Textil
- 5 · 15 Textilforschungsinstitute unter dem Dach des FKT
- 6 · Einleitung
- 7 · IGF in Zahlen
- 10 · Best Practice - von der Idee zur Praxis
- 13 · Textilforschungs-Highlights 2023  
*Architektur · Basisthemen · Bekleidung · Energie · Gesundheit · Produktion und Logistik · Zukunftsstadt*
- 34 · Auszeichnungen
- 37 · Veranstaltungen | Jubiläen
- 39 · Kooperationen
- 42 · Investitionen in den Instituten
- 45 · Forschung: neue und ungewöhnliche Anwendungsgebiete
- 48 · Alleinstellungsmerkmale

# Vorstand | Mitglieder

---

**Vorsitzender:** Franz-Jürgen Kümpers  
**Stellvertreter:** Dr. Marina Crnoja-Cosic  
Prof. Dr.-Ing. Holger Erth  
Mareen Götz  
Karoline Ihling-Fehrle  
Michael Kamm

**Geschäftsführendes  
Vorstandsmitglied:** Dr. Uwe Mazura

## Ordentliche Mitglieder

**Fachverbände:** Branchenverband Plauener Spitze und Stickereien | BVMed - Bundesverband Medizintechnologie | GermanFashion - Modeverband Deutschland | Gesamtverband der Deutschen Maschenindustrie | Industrieverband Veredlung - Garne - Gewebe - Technische Textilien | Verband der Deutschen Heimtextilien-Industrie

**Landesverbände:** Verband der Bayerischen Textil- und Bekleidungsindustrie | Verband der Nord-Ostdeutschen Textil- und Bekleidungsindustrie | Verband der Nord-Westdeutschen Textil- und Bekleidungsindustrie | Verband der Rheinischen Textil- und Bekleidungsindustrie | Verband der Südwestdeutschen Textil- und Bekleidungsindustrie | Verband der Textil- und Bekleidungsindustrie von Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland

## Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie

### Außerordentliche Mitglieder

Fachverband Textilmaschinen im VDMA | Deutscher Textilreinigungs-Verband | Industrievereinigung Chemiefaser | Textilforschungseinrichtungen

# 15 Textilforschungsinstitute unter dem Dach des FKT

Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung, Denkendorf Textilchemie Textil- und Verfahrenstechnik Management Research	DITF
Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West gGmbH, Krefeld	DTNW
DWI – Leibniz-Institut für Interaktive Materialien, Aachen	DWI
Faserinstitut Bremen e. V.	FIBRE
Hochschule Niederrhein, FB Textil- und Bekleidungstechnik, Mönchengladbach	FTB
Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen	ITA
Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik, TU Dresden	ITM
Kiwa GmbH TBU, Greven	KIWA
Sächsisches Textilforschungsinstitut e. V., Chemnitz	STFI
TFI – Institut für Bodensysteme an der RWTH Aachen e. V.	TFI
Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e. V., Rudolstadt	TITK
Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e. V., Greiz	TITV
wfk - Cleaning Technology Institute e. V., Krefeld	wfk

Zur Forschungsdatenbank des FKT

Anmeldung



*Sie haben noch keinen Zugang?  
Wir freuen uns, wenn Sie sich registrieren.*



Liebe Leserinnen und Leser,

seit 70 Jahren treiben Wirtschaft und Forschung im Rahmen der Förderrichtlinie der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) gemeinsam Innovationen voran und bilden eine wichtige Säule für die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Mittelstands. Der Bund, heute das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), fördert dieses Engagement von Beginn an finanziell. Als Koordinator der Forschungsaktivitäten sowie als Motor für den Transfer der Forschungsergebnisse wurde die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen Otto von Guericke (AiF) von der Textilbranche und anderen deutschen Industrieverbänden gegründet. Das Forschungskuratorium ist als eines der Gründungsmitglieder von Anfang an mit dabei. Es hat sich ein starkes Netzwerk aus mittelständischen Unternehmen und unzähligen Forschungseinrichtungen gebildet. In den vergangenen Monaten hat sich für die IGF viel verändert.

Im Januar 2024 gab die AiF ihre Projektträgerschaft ab: Der DLR-Projektträger hat die Administration der IGF vollständig übernommen. Das stellt die Forschungsvereinigungen vor große Herausforderungen. Strukturen, Software und natürlich Ansprechpartner für die Projektadministration haben sich geändert. Viele Verant-

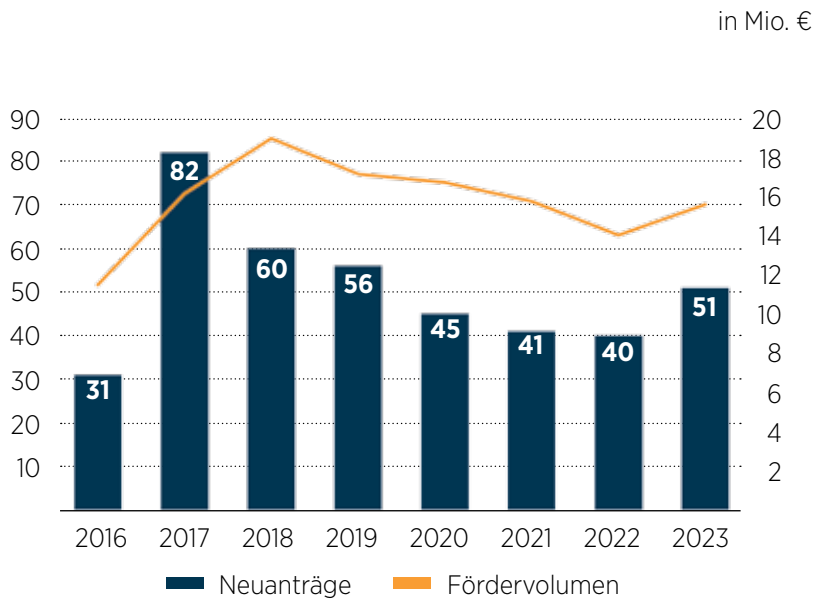
wortlichkeiten, die bislang bei der AiF lagen, wie zum Beispiel die gesamte Mittelverwaltung, werden nun von den Forschungsvereinigungen übernommen. Sowohl Strukturen als auch Software des DLR-Projektträgers sind nicht 1:1 mit den Bedarfen der IGF kompatibel. Somit war und ist die Umstellung nach wie vor eine große Herausforderung für alle.

Das Team des FKT stellt sich fortlaufend und schnell auf die neue Situation ein, um die Administration der Industriellen Gemeinschaftsforschung für unsere Branche bestmöglich weiterzuführen. Bereits im Jahr 2023 wurden mit 51 Bewilligungen mehr Projekte bewilligt als im Jahr zuvor. Und auch im aktuellen Jahr 2024 scheint sich dieser Trend fortzusetzen.

Ihr Johannes Diebel

# IGF in Zahlen

## Bewilligungen und Fördervolumen nach Jahren



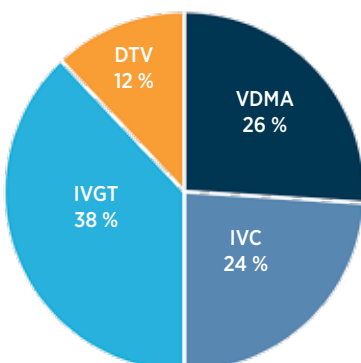
2023 wurden 51 Neuanträge mit einem Volumen in Höhe von knapp 15,6 Millionen Euro bewilligt.

### IGF-Fakten 2023 zur Antragssituation

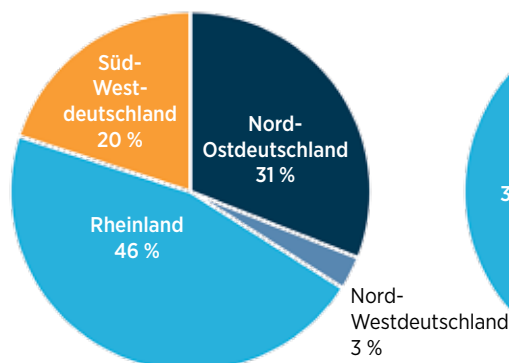
	AiF	FKT	Anteil 2023 in %	Anteil 2022 in %
Gesamtetat in Mio. Euro	175,2	15,2	8,7	7,8
laufende Vorhaben	1 623	141	8,7	8,0
Neubewilligungen	384	51	13,3	8,6
Partner	22 466 Unternehmen	2 045 Textilunternehmen in den projektbegleitenden Ausschüssen	9,1	10,0

## IGF-Mittel nach Verbänden und Regionen (2019 - 2023)

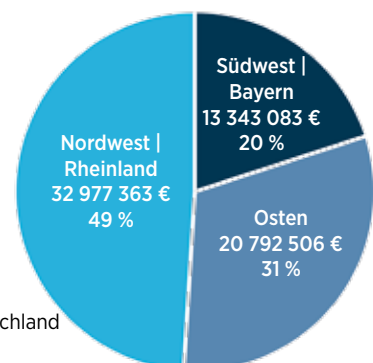
### Fachverbände



### Landesverbände

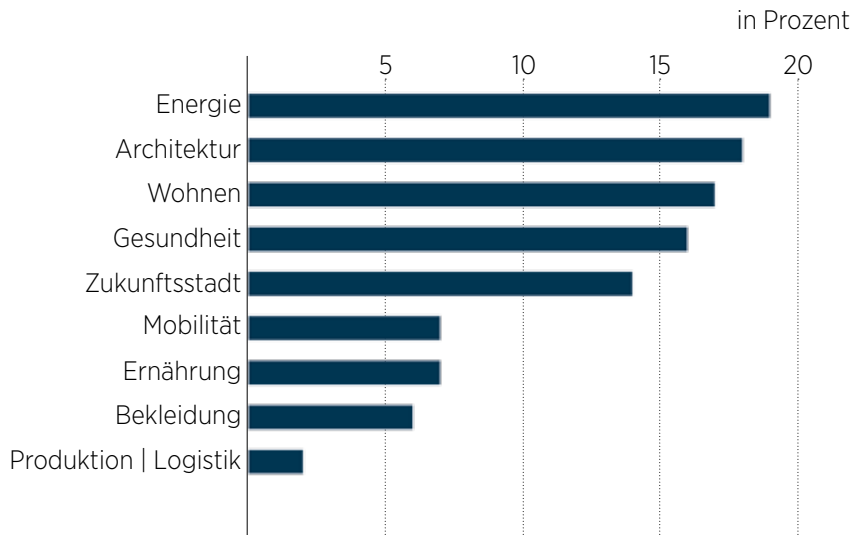


### nach Regionen



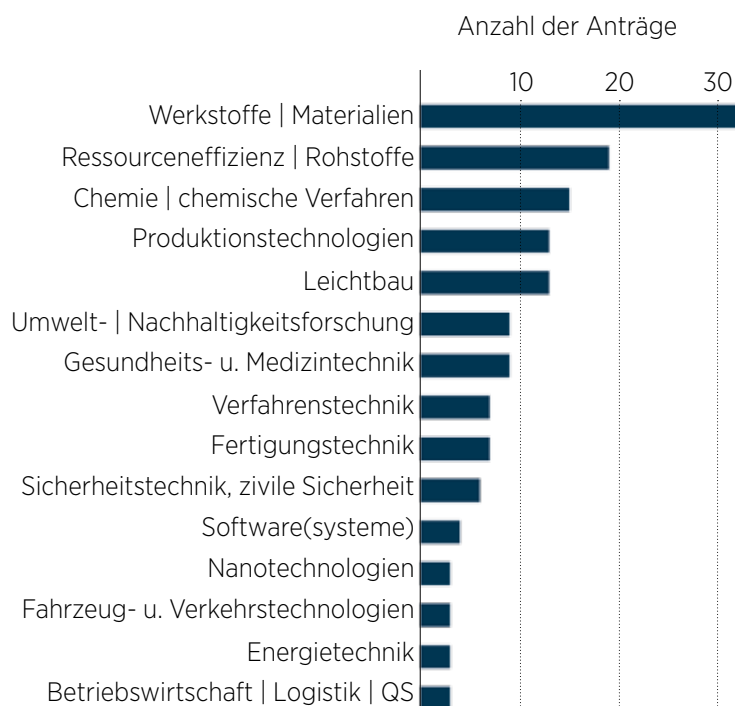
# IGF in Zahlen

## Themenfelder 2023



Die Grafik zeigt die Verteilung der im Jahr 2023 abgeschlossenen IGF-geförderten Forschungsvorhaben. Jedes Vorhaben kann bis zu vier Themenfelder ansprechen. Wie zu erwarten, hat sich das Themenfeld Energie aus dem mittleren Bereich bis an die Spitze geschoben. Grund dafür sind vor allem der Ausbau der erneuerbaren Energien durch Windräder, verbesserte Produktionsverfahren und textile Leichtbaumaterialien, die zum Energiesparen beitragen. Auf Platz zwei und drei folgen die miteinander verwandten Themen Architektur und Wohnen.

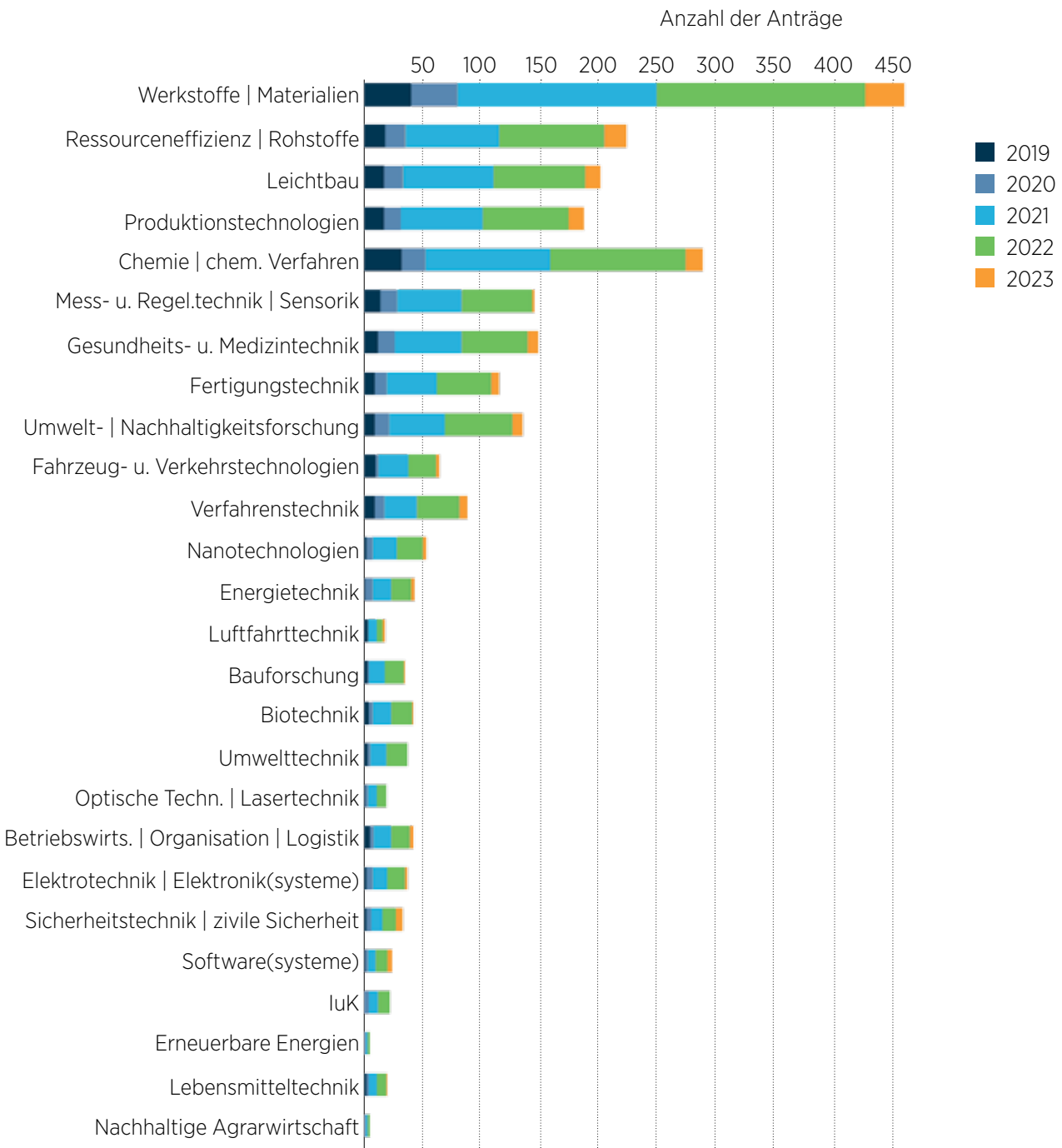
## Fachgebiete 2023



Die Grafik zeigt, welche Fachgebiete den einzelnen Projekten zugeordnet wurden. Interessanterweise sind die drei Spitzenreiter des Jahres 2023 dieselben wie im Vorjahr. An der Spitze liegt mit 33 geförderten Projekten das Fachgebiet „Werkstoffe, Materialien“. Auf Platz 2 folgt mit 19 geförderten Projekten das Gebiet „Ressourceneffizienz, Rohstoffe“. Auf Platz 3 liegt mit 15 Projekten nach wie vor das Gebiet „Chemie, chemische Verfahren“.



## Fachgebiete 2019 – 2023



# Best Practice – von der Idee zur Praxis

## In einem Rutsch zum Strukturbauteil

*CombiWinder kombiniert Garnproduktion mit Spulmaschine*

Zwei Fliegen mit einer Klappe schlägt der an den DITF neu entwickelte CombiWinder. Das Gerät ist in der Lage, sogenannte Hybridgarne zu fertigen, bei denen Fasern aus unterschiedlichem Material in einem Garn kombiniert werden. Zeitgleich wird das Garn zu ganz unterschiedlich geformten Strukturbauteilen aufgewickelt. Das Gerät ist also Strukturpulmaschine und Umwindemaschine in nur einer Anlage. Da in den Hybridgarne verschiedene Fasertypen miteinander verbunden werden, können die mit dem CombiWinder hergestellten Bauteile vielfältige Eigenschaften haben. Untersucht wurde in dem Entwicklungsprojekt auch, wie die Materialzusammensetzung die Bauteilfestigkeit beeinflusst. Diese kann die Maschine je nach Wunsch innerhalb eines Bauteils variieren. Ebenso lassen sich durch den Einsatz entsprechender Fasern mit dem CombiWinder sensorische Garne herstellen. Derzeit wird der CombiWinder in den Markt eingeführt.

*BMWK | ZF4060084PK9 | DITF + JBF Maschinen GmbH*



*Der CombiWinder benötigt wenig Raum, um aus Hybridgarne Strukturbauteile zu fertigen.*

## Saugstarke Mehrwegwindel

*Vliesstoffe aus biobasierten Fasern für Hygieneprodukte*

Nach Angaben des Umweltbundesamtes werden deutschlandweit täglich rund 10 Millionen Windeln gebraucht und weggeworfen. In Kooperation mit Kelheim Fibres und der Firma Sumo hat das STFI jetzt eine nachhaltige Alternative entwickelt – einen biobasierten Hygienevliesstoff, der die Basis saugfähiger Einlagen für Stoffwindeln bildet. Ausgangspunkt für die Innovation war die Suche nach einer waschbaren und somit wiederverwendbaren Saugeinlage aus vollständig biobasierten Materialien für Anwendungen in der Baby- sowie in der Damen- und Inkontinenzhygiene. Zwei Anforderungen standen dabei im Fokus: Damit nichts ausläuft und die Haut nicht wieder nass wird, müssen die Einlagen schnell und effizient aufsaugen und die Flüssigkeit im Textil verteilen. Zum Zweiten müssen die Einlagen beim Waschen und über mehrere Nutzungszyklen hinweg stabil bleiben. Beides wurde in dem Projekt erreicht: Zum Einsatz kommen Spezial-Viskosefasern von Kelheim Fibres. Diese werden bereits seit vielen Jahren in absorbierenden Hygieneprodukten wie Tampons eingesetzt. Entscheidend für die Anwendung in Windeln war die Kombination von Vliesstoffen und Spezial-Viskosefasern mit offeneren Strukturen. Um die Einlagen waschbar und zyklusfest zu machen, wurde am STFI eine innovative, dimensionsstabile Vliesstoffkonstruktion entwickelt. Bei der Verfestigung des Vliesstoffs wird darauf geachtet, dass die Fasern kaum geschädigt werden. Die entwickelten Vliesstofflagen können als eigenständige Lösung verwendet oder in eine Verbundstruktur wie die Windel der Firma Sumo integriert werden.

*BMWK | 49MF200070 | STFI + Kelheim Fibres GmbH und SUMO GmbH*



*Leistungsstarke wiederverwendbare, absorbierende Windeleinlage auf Basis biobasierter Materialien*

## Stabile Fertigteile aus Carbonbeton

*Innovative 3D-Netzgitter verleihen Festigkeit*

Carbonbeton hat den Vorteil, dass dafür deutlich weniger Beton benötigt wird als bei herkömmlichem Stahlbeton. Doch besteht hier zum Teil noch Optimierungsbedarf – etwa bei der Umformung der textilen Carbongitter, die dem Beton seine Gestalt verleihen – den 3D-Netzgitterträgern (NetzGT). Das ITM und das Institut für Mas-sivbau der TU Dresden haben jetzt eine neue Fertigungstechnologie zur effizienten Herstellung von Carbonbeton-Leichtbau-Fertigteilen entwickelt. Kern der Innovation ist ein neues Verfahren zur Produktion der NetzGT. Dabei kommt die sogenannte Kettfadensatztechnologie zum Einsatz, mit der sich dank innovativer Fadenführung Netzgitter fertigen lassen, die hohe Zug- und Druckkräfte aufnehmen können. Um zu überprüfen, ob die NetzGT die statischen Anforderungen im Bau erfüllen, wurden Simulationen durchgeführt. Ferner wurde ein innovatives Schalungskonzept für die Fertigung der Betonteile ausgearbeitet. Mit den neuen NetzGT ausgestattete Betonfertigteile lassen sich vielfältig nutzen, insbesondere für Deckenelemente im Neubau. Ein weiteres Plus ist, dass sich damit in Betonfertigteile großvolumige Hohlräume integrieren lassen, ohne dass die Bauteile an mechanischer Leistungsfähigkeit einbüßen. Im Vergleich mit Deckenplatten aus Stahlbeton lassen sich dadurch bis zu 36 Prozent Beton einsparen. Die neuartige textile Struktur, die durch eine innovative Fadenführung Zug- und Druckkräfte aufnehmen kann, ermöglicht in Verbindung mit intelligenten Schalungsmethoden eine deutlich bessere Ausnutzung des Leistungspotenzials und Erhöhung der Materialeffizienz der Betonfertigteile. Diese Erkenntnisse führen in Verbindung mit den herausragenden Eigenschaften der als Ausgangsmaterial verwendeten Carbonfilamentgarne zu deutlichen Vorteilen gegenüber konventionellen Materialien und Werkstoffen. Diese Innovation wurde mit dem „Tchtextil Innovationspreis“ ausgezeichnet.

*BMWK | 21566 BR | ITM + TUDATEX GmbH*



*Mit dem neuen 3D-Netzgitterträger lassen sich leichte und stabile Carbonbetonteile fertigen.*

## Sandwichmaterial für die Innenverkleidung von Zügen

*Thermoplastisches Material statt problematischer Harze*

Im Projekt InnoSandwich hat das ITA zusammen mit seinen Industriepartnern ein umweltfreundliches thermoplastisches Sandwichmaterial für die Innenausstattung von Zügen entwickelt. Der Sandwichaufbau besteht aus faserverstärkten Deckschichten und einem Wabenkern. Das Material soll künftig herkömmliche Bauteile aus Phenol-Formaldehyd-Harzen ersetzen, die während und auch nach der Produktion krebserregende Dämpfe freisetzen, wenn sie nicht vollständig abgedichtet werden. Zusammen mit dem Materialhersteller EconCore aus Belgien und dem Innenausstatter GETA wurde aus dem neuen Sandwichmaterial eine Klappe für die Innenverkleidung von Zügen hergestellt. Diese Klappe ist komplex dreidimensional umgeformt und eignet sich sowohl als Deckenelement als auch als Tür für die Gepäckablage.

*IRA-SME | KK5055919CD1 | ITA + GETA mbH, EconCore N. V.*

# Best Practice – von der Idee zur Praxis



Das thermoplastische Sandwichmaterial lässt sich mit Glasfasern verstärken und komplex umformen.



Es kann zum Beispiel als Klappe der Gepäckablage in Zügen oder Flugzeugen verwendet werden.

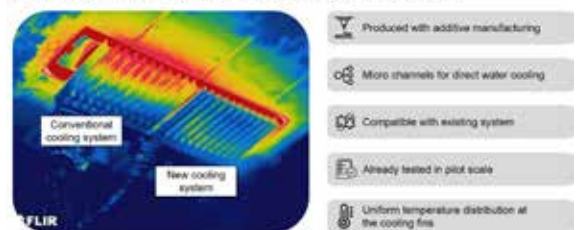
## Glasfaserfilamente einzeln kühlen

*Festere Fasern dank optischer Temperaturmessung*

Die Firma DeltaSystems hat gemeinsam mit dem ITA ein Gerät entwickelt, mit dem sich die Produktion von Glasfasern optimieren lässt. Die Neuentwicklung mit dem Namen Glasscooler kann einzelne Glasfaserfilamente während der Erstarrung aktiv kühlen. Dadurch lassen sich die mechanischen Eigenschaften der Filamente besser steuern und Schwankungen reduzieren. Zudem erhöht sich die Festigkeit der Fasern. Der Glasscooler verfügt über optische Mess- und Regeleinheiten, mit denen der Zustand der einzelnen Filamente berührungslos gemessen wird. Entsprechend werden dann die einzelnen Kühlrippen angesteuert. Aufgabe des ITA war es, die simulationsgestützte Regelungstechnik für den Glasscooler zu entwickeln.

*BMWK | KK5055903SN0 | ITA + DeltaSystems*

Comparison of thermal behavior between conventional and new cooling system



Im Wärmebild ist zu sehen, wie einzelne Filamente gezielt gekühlt werden.

Die Kühlkomponente im Einsatz



# Textilforschungs-Highlights 2023

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## ARCHITEKTUR

Explosionsschutz mit Schaumglas · 14  
Eisabweisende Mikrogelbeschichtung ersetzt Fluorverbindungen · 15



## BASISTHEMEN

Robuste Carbonfasern aus Cellulose · 16  
Haftmittelfreie, biobasierte Faserverbundwerkstoffe · 17  
KI beschleunigt Umformprozesse · 18  
Haftung am Einzelfaden prüfen · 19  
Multiaxialgelege aus recycelten Carbonfasern · 20  
Einfache Fertigung haltbarer Schale-Rippen-Strukturen · 21



## BEKLEIDUNG

Kaschmir-Fälschern das Handwerk legen · 22  
Schutzbekleidung akustisch kontrollieren · 23  
Schneller zum fertigen Gestrick · 24  
Mikrogele machen Membranen für Funktionstextilien hydrophil · 25  
Smart Textiles einfach herstellen · 26



## ENERGIE

Textile Superkondensatoren liefern viel Energie · 27



## GESUNDHEIT

Hautpflege-Textilien mit Wirkstoff aus der Graviola-Pflanze · 28



## PRODUKTION UND LOGISTIK

Smart Textiles kostensparend fertigen · 29  
Polymere sortenrein zurückgewinnen · 30  
Dry-Fiber-Placement planbar und sicher machen · 31  
Carbonfasertextil perfekt an Bauteilform anpassen · 32



## ZUKUNFTSSTADT

Leistungsstarke Duroplast-Composite mit recycelten Carbonfasern · 33



## Explosionsschutz mit Schaumglas

*Robuste Matten bewahren Gebäude vor Schäden*

### Die Situation

Bei der Beseitigung von Kampfmitteln oder bei Abbrucharbeiten werden gezielt Explosionen ausgelöst. Dabei müssen nicht nur Menschen, sondern auch Kulturgüter und Bauwerke in der Nähe vor der primären Druckwelle, Erschütterungen und Splintern geschützt werden.

### Das Projekt

Das STFI und die TU Bergakademie Freiberg haben zu diesem Zweck textile Explosionsschutzmatten und -taschen entwickelt, die mit einer dämpfenden Schaumglasfüllung gegen Druckwellen und Splitter ausgestattet sind. Diese Matten bestehen aus mindestens einem textilen Basis- und Verstärkungsmodul aus Silizium- oder Basaltgewebe, das mit Schaumglasgranulaten mit Korngrößen zwischen 8 und 10 Millimetern befüllt wird. Dieses System wird durch eine Opferschicht aus Para-Aramid und Polyamid

ergänzt. Verstärkt wurden zudem die Konfektionsnähte. Wie Versuche zeigten, besitzt das Granulat nach einer Sprengung noch genügend Stabilität, um ein zweites Mal eingesetzt zu werden. Alles in allem sind die textilen Explosionsschutzhüllen eine leichte, gut transportable und vor allem wirksame Möglichkeit, um Druckwellen zu mindern und Splitterflug abzulenken.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Von der Textilhülle bis zum Schaumglas können alle Materialien in Deutschland hergestellt werden. Die Schutzhüllen eignen sich auch für den Transport von Zündern für Airbags und Gurtstraffer.



*Die mit Schaumglasgranulat gefüllten Schutzhüllen sind leicht zu transportieren und trotzdem robust. Die Bilder zeigen das Schaumglas und die verschiedenen Schritte der Entwicklung: die Beschichtung, die Konfektion, das Modul, das Schockwellenlabor und das Taschensystem nach der Sprengung.*

# Eisabweisende Mikrogelbeschichtung ersetzt Fluorverbindungen

*Flexible Materialien und Planen umweltfreundlich ausrüsten*

## Die Situation

Auf vielen Oberflächen wie etwa textilen Planen oder Outdoorkleidung kann sich bei tiefen Temperaturen Eis bilden. Das kann zu Schäden und Problemen führen. Zwar gibt es seit Jahrzehnten mit den Polyfluorcarbonen wasser- und damit auch eisabweisende Substanzen, mit denen sich Oberflächen beschichten lassen. Jedoch sind diese gesundheits- und umweltschädlich. Manche dieser Verbindungen sind in der Europäischen Union bereits verboten. Mit weiteren Verboten wird gerechnet.

## Das Projekt

Somit ist der Bedarf an Alternativen für die perfluorierten Substanzen hoch. Am DWI wurde als Alternative im Projekt Antilce eine eisabweisende Mikrogelbeschichtung für Textilien entwickelt. Dabei werden multifunktionale Mikrogele eingesetzt, die auf verschiedenen Oberflächen haften und dauerhaft die Adhäsion von Eis reduzieren. Die Beschichtungen können einfach und effizient auf flexible Textilien aufgetragen werden. Zudem sind sie biokompatibel und umweltfreundlich.

## Der Nutzen für den Mittelstand

Die Mikrogele werden aus kostengünstigen Ausgangsmaterialien hergestellt und lassen sich auf viele kommerziell erhältliche textile Materialien auftragen. Das erleichtert den Transfer in die industrielle Anwendung. Sie stellen somit eine umweltfreundliche, nachhaltige Variante dar, um Planenmaterial und andere Textilien mit eisabweisenden Beschichtungen auszurüsten. Diese können potenziell am Ende des Lebenszyklus der Textilien abgetrennt und recycelt werden.

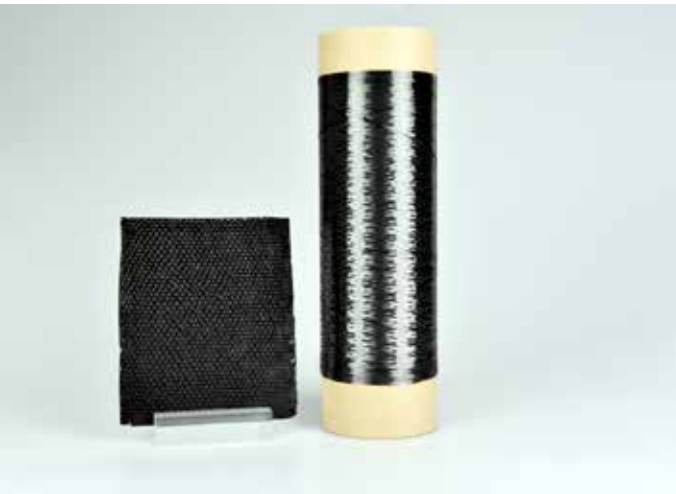


*Die Textilmembran der Allianz-Arena in München*



## Robuste Carbonfasern aus Cellulose

*Strapazierfähige Verstärkungsfasern durch Verspinnen ionischer Flüssigkeiten*



*Verbundwerkstoff aus Cellulose-basierten Carbonfasern*

Nass-Spinnverfahren zu Cellulosefasern verarbeitet wird. Dieses Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass es besonders materialeffizient und ressourcenschonend ist. Zudem haben die so hergestellten Cellulosefasern beste Präkursorigenschaften, da sie keine Poren aufweisen. Erste röhrenförmige Verbundwerkstoffe wurden daraus hergestellt.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Die Entwicklung von neuen, wettbewerbsfähigen Carbonfasern auf Basis von Cellulose fördert die Entwicklung von flexiblen, kostengünstigen CF-Verbundwerkstoffen. Derzeit wird die Spinn-technologie von der Technikum Laubholz GmbH (TLH) hochskaliert und eine Anlage zur Herstellung von Cellulose-basierten Carbonfasern aufgebaut.

### Die Situation

Die heute für die Produktion von faserverstärkten Kunststoffen eingesetzten Carbonfasern bestehen aus Polyacrylnitril und Pech und werden aus Rohöl gewonnen. Als nachhaltige Alternative bieten sich Fasern aus dem pflanzlichen Material Cellulose an. Die Fasern und die Produktionsverfahren sind allerdings nicht ausgereift und so haben Cellulose-basierte Carbonfasern ein anderes Eigenschaftsprofil als die am Markt verfügbaren.

### Das Projekt

In einem Projekt an den DITF ist es jetzt gelungen, die Cellulosefasern zu optimieren. Im Detail ging es dabei um die Produktion und Verarbeitung sogenannter Präkursorfasern. Dabei handelt es sich gewissermaßen um Faserrohlinge, die sich bei großer Hitze in Öfen in die Carbonfaser umwandeln. Im Projekt kam ein neuartiger Spinnprozess zum Einsatz, bei dem mithilfe von ionischen Flüssigkeiten die Cellulose im Trocken-



## Haftmittelfreie, biobasierte Faserverbundwerkstoffe

*UV-Strahlung verbessert Haftung von Viskosefasern und Polyolefin-Matrix*

### Die Situation

Biobasierte Fasern wie zum Beispiel solche aus Regeneratcellulose können erdölbasierte Fasern in Faserverbundwerkstoffen (FVW) ersetzen. Der Einsatz dieser Fasern wird aber dadurch erschwert, dass sie schlechter in der Matrix haften. Der Grund: Die Matrix besteht aus Polyolefinen wie zum Beispiel Polyethylen, das hydrophob, also wasserabweisend, ist. Die Cellulosefasern sind hingegen hydrophil, also wasseranziehend. Dadurch kommt es zwischen den Materialien kaum zu chemischen Wechselwirkungen. Letztlich führt das dazu, dass die Kräfte, die auf das FVW-Bauteil einwirken, nur schlecht von der Matrix auf die Faser übertragen werden. Zwar kann man die Haftung der Fasern in der Matrix durch haftvermittelnde Additive verbessern. Doch wird dadurch später das Recycling der FVW erschwert, weil sie mit den Additiven eine zusätzliche Komponente enthalten.

### Das Projekt

Am DTNW wurde deshalb ein neues Verfahren entwickelt, das ohne Haftvermittler auskommt. Bei diesem Verfahren werden die Fasern und die Matrix mit ultraviolettem Licht bestrahlt,

wodurch sich beide an der Grenzfläche zwischen Faser und Matrix chemisch vernetzen. Wie Tests zeigten, führt die UV-Strahlung zwar offensichtlich zunächst zu einem Feuchtigkeitsverlust und einer Schrumpfung der Fasern. Dadurch entstehen an der Grenzfläche Hohlräume. Durch eine zweite, nachfolgende Verpressung aber lässt sich das Material wieder ausreichend verdichten, sodass die Hohlräume verschwinden. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass es technisch möglich ist, mithilfe von UV-Strahlung bei biobasierten Fasern ohne Haftmittel eine ausreichende Haftung von Faser und Polyolefin-Matrix zu erreichen.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Halbzeuge aus biobasierten Verstärkungsfasern und Matrixpolymeren ganz ohne Haftvermittler sind attraktive Produkte, die die Marktchancen der Hersteller erheblich steigern können. Ein potenzieller Markt sind die Lebensmittel- und Pharmaindustrie, die großes Interesse an Reinkomponenten ohne chemische Zusätze haben. Durch den Verzicht auf Lösungsmittel ergeben sich aber auch für die FVW-Produktion selbst Vorteile.



*Biobasierte Faserverbundwerkstoffe ohne Haftvermittler sind kreislauffähig.*



## KI beschleunigt Umformprozesse

*Faserverstärkte Bauteile mit maschinellem Lernen schneller umsetzen und drapieren*

### Die Situation

Eine Herausforderung bei der Herstellung von faserverstärkten Bauteilen besteht darin, dass das Gewebe so dimensioniert werden muss, dass es sich ohne Falten, Risse oder Dehnungen zum dreidimensionalen Bauteil umformen lässt. Im Fokus steht dabei das Drapieren, bei dem das Gewebe auf die gekrümmten Bauteilformen gelegt wird. Oftmals braucht es mehrere Fertigungsversuche und Nachbesserungen, bis das Gewebe perfekt sitzt und an die Bauteilform angepasst ist.

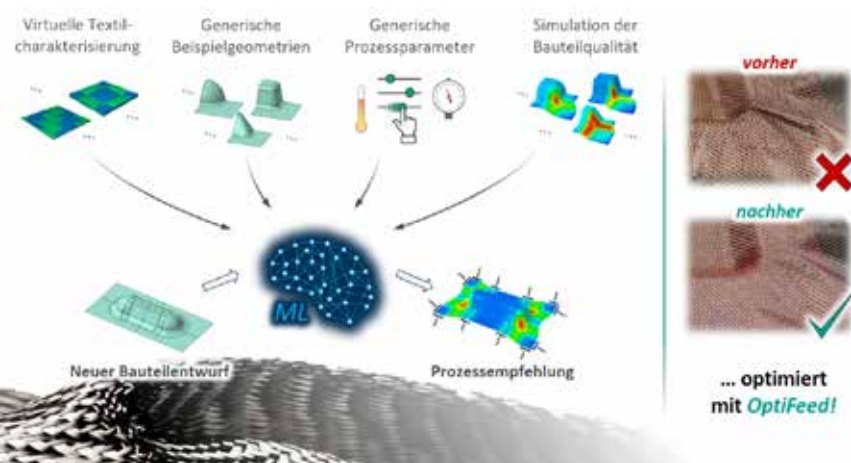
### Das Projekt

Das ITA der RWTH Aachen und das Institut für Fahrzeugsystemtechnik des Karlsruher Instituts für Technologie haben im Projekt OptiFeed Methoden entwickelt, die das Drapieren vereinfachen. Zum Einsatz kommen dabei Simulationstechnik und neue Verfahren des maschinellen Lernens (ML). Im Vordergrund stand dabei, dass das neue Verfahren mit wenig Rechenkapazität auskommen soll, damit kleine und mittlere Unternehmen (KMU) mit begrenzten Computerressourcen es künftig problemlos nutzen können.

Im Kern geht es um ein ML-Empfehlungssystem, das anhand umfangreicher Prozesssimulationen den Zusammenhang zwischen Geometrie, Bauteilqualität und Prozessführung lernt. Nach dem Training kann das System die Herstellbarkeit neuer Bauteilvarianten effizient abschätzen und Empfehlungen zur Prozesseinstellung geben. Der Clou: Einmal trainiert braucht das Auswerten des Algorithmus nur einen Bruchteil der Rechenleistung einer Simulation. Im Projekt wurden die Methoden am Beispiel der Gewebeumformung im Drapierprozess entwickelt; sie sind aber branchenübergreifend anwendbar. Wie Umformversuche zeigten, schafft es der Algorithmus, ähnlich einem erfahrenen Prozessexperten, für neue Bauteilvarianten eine nützliche Empfehlung auszusprechen. Diese ist dann Ausgangspunkt für Produktionsversuche. Die Versuche machten deutlich, dass bis zu 80 Prozent der teuren Optimierungssimulationen eingespart werden können. Der Produktionshochlauf eines neuen Bauteils wird dadurch enorm beschleunigt.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Mit den neuen Methoden werden aufwendige Fertigungsversuche mit teuren Materialien eingespart, Laborkosten zur Materialprüfung reduziert und die Stillstandszeit von Produktionslinien während der Prozesseinrichtung verkürzt. Da Expertenwissen über die komplexen Prozesse nicht erst mühselig aufgebaut werden muss, senkt ein ML-Empfehlungssystem die Markteintrittshürden für neue Unternehmen und macht bestehende Unternehmen robust gegenüber dem Wegfall von Expertenwissen, etwa wenn Fachpersonal das Unternehmen verlässt. Umgekehrt bietet die Entwicklung solcher Empfehlungssysteme für andere Anwendungsfälle ein vielversprechendes Geschäftsmodell für Software-Unternehmen.



*Der ML-Algorithmus lernt, Textilumformungen effizient zu optimieren und erleichtert unter anderem den Drapierprozess.*

## Haftung am Einzelfaden prüfen

*Messmodul hilft, zügig die ideale Kombination von Material und Beschichtung zu finden*

### Die Situation

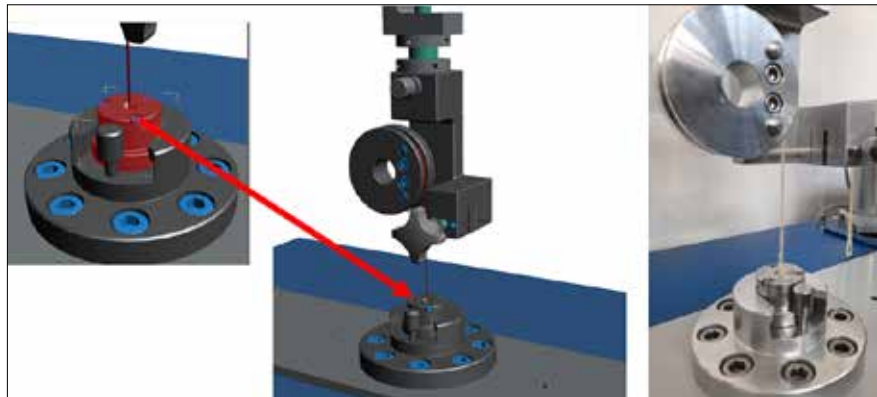
Textilien werden häufig mit verschiedenen Beschichtungen versehen. Wichtig ist dabei, dass die Beschichtung robust genug ist und im Gebrauch auf den Garnen hält. Dafür müssen die Haftungseigenschaften ausreichend geprüft werden. Für diese Prüfungen werden normalerweise Textilien gewebt und dann großflächig beschichtet.

### Das Projekt

Um das Prüfungsprozedere zu vereinfachen und den Verbrauch an Material für die Prüfungen zu verringern, wurde am STFI eine neue Prüfmethode entwickelt, bei der die Haftungseigenschaften nicht am gewebten Material, sondern bereits am Einzelfaden getestet werden. In Anlehnung an Prüfungen mit steifen Fasern in faserverstärkten Kunststoffen wurde in diesem Projekt eine Testmethode für flexible Garne entwickelt. Dazu wurden die Garne definiert mit Beschichtungsmassen aus PVC und Silikon umhüllt und im Ofen ausgehärtet. Anschließend wurden die beschichteten Fäden in einer Zugprüfmaschine getestet. Mit der im Projekt für diesen Zweck entwickelten Vorrichtung ließen sich Stapelfaser- und Filamentgarne vermessen.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Dank des im Projekt entwickelten Einzelfadenbeschichtungsmessmoduls ergeben sich enorme Einsparungen an Material und Energie während der Produktentwicklung. Die während des Vorhabens erzielten Ergebnisse erleichtern zudem die Vorauswahl geeigneter Materialkombinationen und tragen damit zu einer schnelleren und effizienteren Produktentwicklung bei.



*Zugprüfung des eingebetteten Garns*



## Multiaxialgelege aus recycelten Carbonfasern

*Grundlage für nachhaltige Halbzeuge im Faserverbundleichtbau*

### Die Situation

Carbonfaserabfall lässt sich heute nur schwer recyceln. Der Grund dafür ist die begrenzte und teils stark unterschiedliche Faserlänge der recycelten Carbonfasern (rCF). In der Industrie werden diese in der Regel zu Füllstoffen für Spritzgussanwendungen oder zu Vliesstoffen verarbeitet. Die Verwendung in Vliesstoffen ist jedoch noch eingeschränkt, weil sich die Faserbruchstücke nur schwer gleichmäßig ausrichten lassen. Auch der Faservolumengehalt ist limitiert. Ein erneuter Einsatz von rCF im anspruchsvollen strukturellen Leichtbau – etwa für Fahrzeuge – ist daher bislang nur bedingt möglich.

### Das Projekt

Im Projekt CarboReFab haben das ITA und das Institut für Textiltechnik Augsburgs gGmbH deshalb ein Multiaxialgelege (MAG) aus drehungsfreien rCF-Bändern entwickelt. Das neue rCF-MAG lässt sich in herkömmlichen Prozessrouten weiterverarbeiten. Über die Prozesskette werden

die Fasern sehr schonend verarbeitet, wodurch im textilen Halbzeug hohe Faserorientierungen und Faserlängen erreicht werden. Die Einzellagen des rCF-MAG sollen circa 85 Prozent der Zugfestigkeit und 95 Prozent des Elastizitätsmoduls eines herkömmlichen aus Endlosfasern hergestellten Halbzeugs erreichen. Der Faservolumengehalt soll vergleichbar sein.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Dank der Projektergebnisse können KMU einen neuartigen ressourcenschonenden Strukturwerkstoff herstellen, wodurch sich signifikante Einsparungen durch reduzierte Halbzeugkosten ergeben. Zudem können interne Materialkreisläufe geschlossen werden, indem unternehmenseigene Faserabfälle verarbeitet werden. Außerdem können KMU Spezialwissen im Bereich rCFK aufbauen und sich so insbesondere gegenüber ausländischen Konkurrenten einen Wettbewerbsvorteil verschaffen.



*Tape und Multiaxialgelege aus recycelten Carbonfasern*

## Einfache Fertigung haltbarer Schale-Rippen-Strukturen

*Hochbelastbare Bauteile für den Fahrzeugbau in einem Rutsch herstellen*

### Die Situation

Flache Faserkunststoffverbund-Bauteile (FKV) für den Automobil- und Maschinenbau werden meist durch Rippen verstärkt und versteift. Die Produktion dieser Schale-Rippen-Bauteile findet in der Regel in einem mehrstufigen Verfahren statt. Das ist nicht nur aufwändig. Hinzu kommt, dass die Bauteile im Übergangsbereich zwischen der Schale und den Rippenstrukturen produktionsbedingt nicht faserverstärkt sind. Das hat zwei Nachteile: Zum einen muss die Struktur überdimensioniert werden, um ausreichend fest zu sein, zum anderen kann das Bauteil vorzeitig versagen.

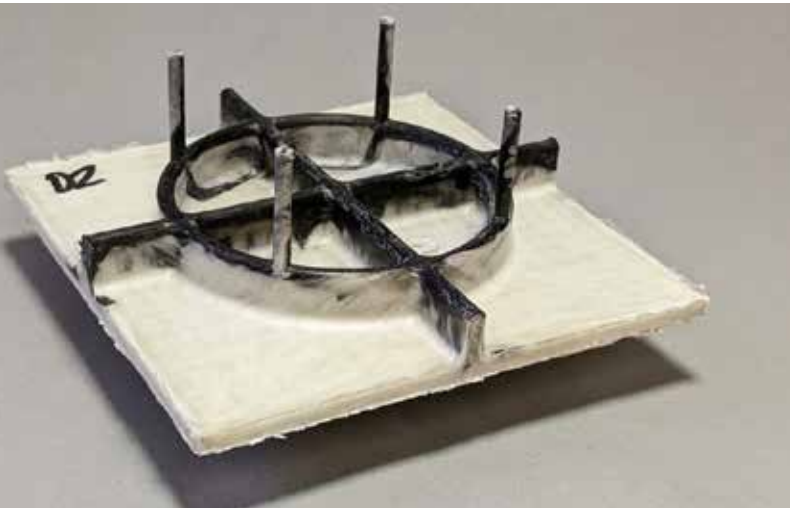
### Das Projekt

Am ITM wurden daher völlig neue Garn- und Textilstrukturen entwickelt, die zielgerichtet in die Rippenstruktur fließen und den Übergangsbereich verstärken. Die Steifigkeit und Festigkeit dieser Teile wird um 50 Prozent verbessert. Zudem sind sie mechanisch hochbelastbar. Damit

wurde der Prozess zugleich auf einen Schritt verkürzt. Der Durchbruch gelang durch die Entwicklung spezieller Hybridgarne, die in mehreren Lagen kreuz und quer – multiaxial – zu einer verstärkten Textilstruktur aufeinandergestapelt werden. Alle erforderlichen Technologien und Prozessparameter wurden im Rahmen des Projekts entwickelt und erfolgreich angewendet. Das Verfahren wurde an einem Funktionsmuster mit komplexer Rippenstruktur überprüft, das repräsentativ für zahlreiche Anwendungen im Fahrzeug- und Maschinenbau steht.

### Der Nutzen für den Mittelstand

KMU der Textilindustrie können dank dieser Forschungsergebnisse textile Halbzeuge für zahlreiche neue Anwendungen herstellen und die Wertschöpfung in diesem Bereich erheblich steigern. KMU, die hochbelastbare, faserverstärkte Kunststoffe herstellen, erzielen deutliche Materialeinsparungen.



*Verbundbauteil mit in die Rippen geflossenen Glas- und Carbonfasern*



## Kaschmir-Fälschern das Handwerk legen

*Künstliche Intelligenz erkennt, aus welchen Tierhaaren Textilien bestehen*

### Die Situation

Auch bei Textilien sind oft Fälscher am Werk. So werden beispielsweise hochpreisige Textilien, die hochwertige Tierhaare wie etwa Kaschmir enthalten, häufig gefälscht. In solchen Fällen werden statt der wertvollen Haare preisgünstigere von anderen Tieren verwendet. Bislang gibt es jedoch keine Methode, mit der Tierhaare einwandfrei und objektiv identifiziert werden können – insbesondere, nachdem die Haare oder Textilien chemisch behandelt wurden.

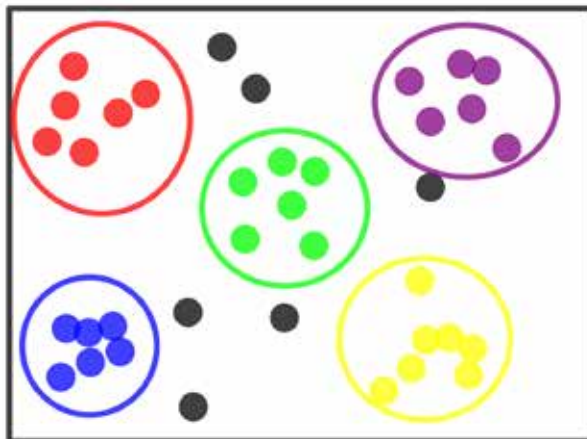
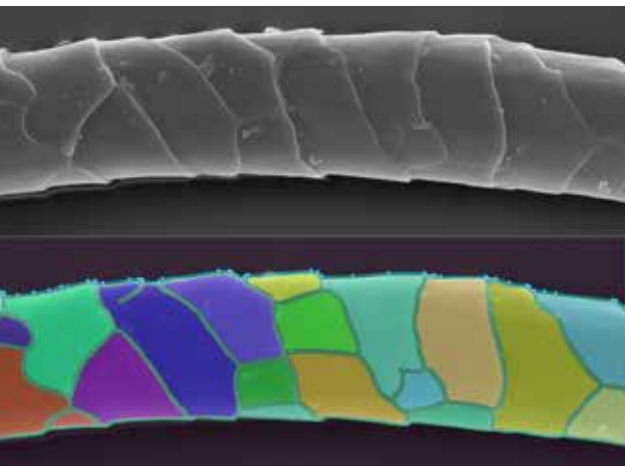
### Das Projekt

Am DWI wurde jetzt eine Methode für die sichere Identifikation von Tierhaaren entwickelt. Konkret geht es um eine automatisierte Analyse von hochauflösenden rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen (REM). Dabei kamen zwei Ansätze aus der Informatik zum Einsatz. Zum einen wurde eine Toolbox entwickelt, die zunächst aus in der Literatur bekannten Tierhaardefinitionen Parameter zur Identifikation

des Tierhaartyps extrahierte. Diese Parameter wurden anschließend mit Verfahren des maschinellen Lernens auf ihre Eignung geprüft. Zum anderen kam ein Deep-Learning-Verfahren zum Einsatz, das aus vorliegenden REM-Bildern selbstständig Merkmale der verschiedenen Haartypen extrahierte. Wie das Projekt zeigte, lassen sich mit diesen Methoden verschiedene Haare den entsprechenden Tieren zuordnen.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Von der Entwicklung profitieren mittelständisch geprägte Betriebe im Bereich Garn-, Strick- und Gewebeherstellung, Veredlung, Konfektion und Handel, die hochwertige und hochpreisige Woll- und Kaschmir-Produkte verarbeiten und verkaufen. Durch die neue Methode lassen sich Fälschungen aufdecken. Den Fälschern wird damit die Arbeit erschwert. Auch lassen sich damit Imageverluste und Kosten vermeiden.



*Tiefe neuronale Netze und maschinelle Lernverfahren können Qualitätstierhaarfasern anhand von rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen erkennen.*

## Schutzkleidung akustisch kontrollieren

*Flammhemmende PSA dank neuer Prüfmethode länger nutzbar*

### Die Situation

Schutzkleidung (PSA) mit flammhemmenden Eigenschaften besteht häufig aus Baumwoll- oder Baumwollmischgewebe, auf das eine flammhemmende Ausrüstung aufgebracht wurde. Diese Beschichtung kann nur bei der Textilherstellung durchgeführt werden. Bislang ist es nicht möglich, bei getragener Kleidung die Schutzschicht zu regenerieren. Hinzu kommt, dass bisher keine Verfahren existieren, mit der sich bei getragener Kleidung zerstörungsfrei kontrollieren lässt, ob die Schutzschicht noch intakt ist und ihren Zweck erfüllt. Aus diesen Gründen muss getragene PSA nach einer bestimmten Zahl von Gebrauchszyklen durch Neuware ersetzt werden.

### Das Projekt

Das wfk hat deshalb ein Verfahren entwickelt, mit dem sich jetzt zerstörungsfrei die Qualität der flammhemmenden Beschichtung prüfen lässt. Zum Einsatz kommt dabei die sogenannte photoakustische Spektroskopie. Dabei wird die Kleidung mit periodisch modulierter Strahlung zyklisch erwärmt und abgekühlt, wodurch Schallwellen ausgebildet werden. Dieses photoakustische Signal wird von Sensoren wahrgenommen und dann durch speziell entwickelte Algorithmen ausgewertet. Geschädigte Bereiche auf der Oberfläche der Kleidung lassen sich damit gezielt identifizieren. So wird es möglich, gebrauchte Kleidung erst dann zu tauschen, wenn es wirklich nötig ist.



*Photoakustische Kontrolle von Schutzkleidung mit flammhemmenden Eigenschaften*

### Der Nutzen für den Mittelstand

Den vorwiegend kleinen und mittleren textilen Dienstleistern wird durch die Projektergebnisse ein Verfahren zur Kontrolle der Ausrüstungsqualität von PSA mit flammhemmenden Eigenschaften zur Verfügung gestellt. Die Kleidung kann daher öfter getragen und gewaschen werden. Im Leasingbereich stellt die Textilbeschaffung neben den Personalkosten den höchsten Kostenanteil dar. Für die textilen Dienstleister bietet die neue Prüfmethode daher Potenzial für Einsparungen.



## Schneller zum fertigen Gestrick

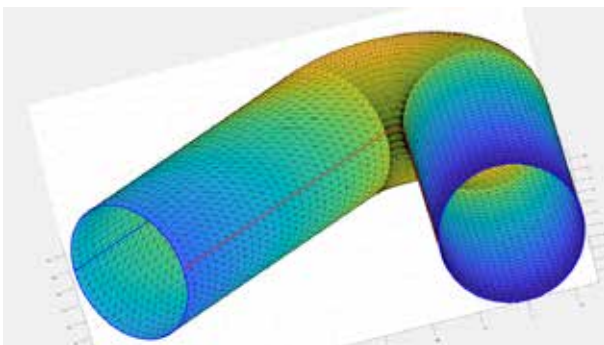
*Software überträgt 3D-Modelle automatisch in den Strickprozess*

### Die Situation

Strickmaschinen fertigen textile Produkte heute softwaregesteuert, indem sie Strickprogramme abfahren. Doch trotz dieser Digitalisierung ist auf dem Weg vom digitalen Entwurf eines Produktes über das 3D-Modell hin zum fertigen Textil viel Handarbeit nötig. So muss zunächst ein gestrickter Entwurf des 3D-Modells angefertigt werden, um ihn dann händisch in die 2D-Ebene der Maschine zu übertragen. Dabei kommen noch immer Zeichnungen auf Papier zum Einsatz. Um den Aufwand in Grenzen zu halten, behelfen sich die Hersteller bislang mit vorgefertigten Strickprogrammen aus Bibliotheken, die bereits für ähnliche Produkte und Materialkombinationen erstellt wurden.

### Das Projekt

Um den Prozess durchgängig zu digitalisieren, haben die DITF im Forschungsprojekt Addknit einen Strickalgorithmus entwickelt, der die Lücke zwischen Entwurf und fertig gestricktem Produkt schließt. Der Algorithmus verarbeitet 3D-Modelle zu Strickprogrammen. Die Basis dafür können gescannte oder CAD-generierte 3D-Modelle sein. Anschließend lädt die Software das 3D-Modell



*Das Bild zeigt beispielhaft, wie ein 3D-Modell in der Addknit-Software dargestellt wird.*

des zu strickenden Körpers auf die graphische Oberfläche, sodass die Benutzer die Randbedingungen definieren können. Der Strickalgorithmus erzeugt daraus einen Jacquard, welcher mit Software-Interpretern verschiedener Maschinenhersteller zu Strickprogrammen umgewandelt wird. Das Programm wird auf die Flachstrickmaschine geladen und mit der passenden Garnbestückung abgestrickt. Die Software berücksichtigt dabei nicht nur das Design des Gestricks, sondern auch die physikalischen Anforderungen und Eigenschaften und wählt dann eine passende Garnkombination und Bindung. Zum Schluss wird das fertige Strickprodukt nach den Vorgaben im Anforderungsprofil ausgerüstet und auf systematische Fehler wie Löcher oder Maschenanhäufungen geprüft. Im Vergleich mit dem 3D-Modell wird abschließend die Passgenauigkeit des Produkts überprüft. Hierfür können optische Verfahren wie zum Beispiel vergleichende 3D-Scans eingesetzt werden.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Die Addknit-Lösung ermöglicht es Maschinenherstellern, ausgehend von beliebigen 3D-Modellen, künftig effizient und nachhaltig individualisierte Produkte zu erzeugen. Der Entwicklungsaufwand und die Entwicklungsdauer werden deutlich reduziert. Der Ressourceneinsatz von Maschinen und Material wird optimiert, da Iterationen zwischen Modellen und Strickprogrammen reduziert werden. Damit einher geht auch eine Reduzierung des Abfalls. Insgesamt ergeben sich dadurch Kosteneinsparungen. Außerdem kann durch Verarbeitung komplexer 3D-Modelle zu Strickprogrammen der Innovationsgrad bei der Produktentwicklung erhöht werden.



# Mikrogele machen Membranen für Funktionstextilien hydrophil

*Umweltfreundliche Textilbeschichtung gezielt mit 3D-Drucker applizieren*

## Die Situation

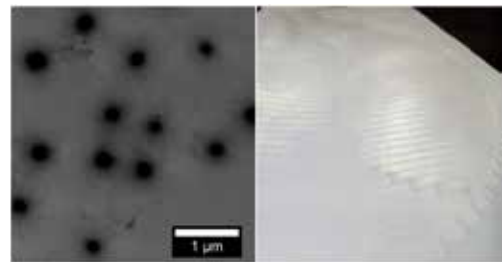
Wasserabweisende Funktionskleidung enthält Membranen, die das Wasser abhalten, aber Wasserdampf von der Körperoberfläche passieren lassen. In solchen Membranen wird Wasserdampfdurchlässigkeit dadurch erreicht, dass für das Material Kunststoffe verwendet werden, die wasseranziehend – hydrophil – wirken. Je hydrophiler eine Membran ist, desto besser nimmt sie Wasserdampf auf. Allerdings sinkt die mechanische Stabilität der Membranen mit zunehmender Hydrophilie, sodass es hier Grenzen gibt. Die herkömmlichen Membranen bringen noch weitere Herausforderungen mit sich. Da die Membrantextilien als Rollenware geliefert werden, kann man in der Kleidung keine Bereiche mit unterschiedlich starker Hydrophilie einstellen – etwa an den Körperstellen, wo man besonders stark schwitzt. Solche Funktionen lassen sich nur durch Konfektion realisieren, indem in einem Kleidungsstück Material mit unterschiedlicher Hydrophilie verarbeitet wird. Ein weiteres Problem besteht darin, dass sich solche Textilien schlecht recyceln lassen, weil sie aus Lagen unterschiedlicher Materialien bestehen.

## Das Projekt

DWI und FTB arbeiteten an der Entwicklung neuer Membranmaterialien, die diese Probleme lösen sollen. So wurden neue Membranmaterialien entwickelt, die diese Probleme lösen. Zum Einsatz kommen Mikrogele, die die Hydrophilie erhöhen. Diese werden mit thermoplastischem Polyurethan (TPU) als Matrixmaterial kombiniert. In dem Projekt wurde zudem eine neuartige digitale Beschichtungsmethode für Textilien entwickelt, die per 3D-Druck an unterschiedlichen Stellen Material in verschiedenen Dicken auftragen kann. Durch den Druck unterschiedlicher Schichtdicken lassen sich besonders strapazierfähige Bereiche mit atmungsaktiveren Bereichen kombinieren, was die Lebensdauer der Barrieretextilien verlängern kann.

## Der Nutzen für den Mittelstand

Die neuen Materialien und das 3D-Druckverfahren adressieren gleich mehrere Ökodesign-Kriterien, die von der „EU-Strategie für nachhaltige und kreislauffähige Textilien“ gefordert werden. Durch den gezielten und sparsamen Einsatz von Beschichtungsmaterial sowie die Einsparung von Klebstoffen können, verglichen zur Verwendung von Rollenware, Ressourcen gespart werden. Da die Drucktechnik ohne Lösemittel auskommt, werden zudem problematische Substanzen vermieden. Des Weiteren lässt sich durch gezielte Verstärkung besonders beanspruchter Stellen die Haltbarkeit des Produktes erhöhen.



*Die Bilder zeigen eine elektronenmikroskopische Aufnahme der Mikrogele (links) und die gedruckte Membran mit variierender Lagendicke.*



*Nachhaltige Sportbekleidung*



## Smart Textiles einfach herstellen

*Sensorische und aktorische Funktionsnähte mit klassischen Verfahren fertigen*

### Die Situation

In den kommenden Jahren ist mit einem starken Marktwachstum für Smart Textiles in der Modebranche zu rechnen. Damit Textil- und Bekleidungsunternehmen an diesem Wachstum teilhaben können, werden skalierbare, flexible und effektive Technologien benötigt, die von klassischen Textilunternehmen übernommen werden können.

### Das Projekt

Im Projekt SmartSeam entwickelten deshalb FTB und die Hochschule Ghent gemeinsam sensorische Bekleidungsstücke, die sich mit rein textilen Technologien herstellen lassen. Dabei soll das ganze Potenzial herkömmlicher Technologien, wie Spinnen, Beschichten und Nähen, für die Funktionsintegration ausgeschöpft werden. Hierzu wurden hybride, sensorische und aktorische Garne mit Umwindspinnen und durch Beschichten produziert. Mit einer modifizierten Doppelstepstichnähmaschine und einer Legefandenvorrichtung konnten dann nicht nur sensorische und aktorische Garne, sondern auch leuchtende Materialien, wie EL-Drähte und optische Fasern in eine Naht eingearbeitet werden.

Darüber hinaus wurde untersucht, inwieweit Nähte dank ihrer vielen Kreuzungspunkte selbst als Sensor fungieren können. An drei Bekleidungsdemonstratoren wurden diese Technologien bereits eingesetzt – einem für die Bewegungserkennung, für die Schweißüberwachung und für aktives Leuchten.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Im SmartSeam-Projekt konnte aufgezeigt werden, dass nicht zwingend branchenfremde Technologien für die Entwicklung smarterer Textilien notwendig sind, sondern mit bereits bekannten, textilen Verfahren (Spinnen, Beschichten, Nähen) zuverlässige Sensorsysteme mit hohem Integrationslevel entwickelt werden können. Unternehmen können diese Erkenntnisse und Parameter übernehmen und auf ihre Fertigungslinie übertragen.



*Entwickelte Bekleidungsdemonstratoren für Schweiß- und Bewegungsdetektion und mit aktiven Leuchtelementen*



## Textile Superkondensatoren liefern viel Energie

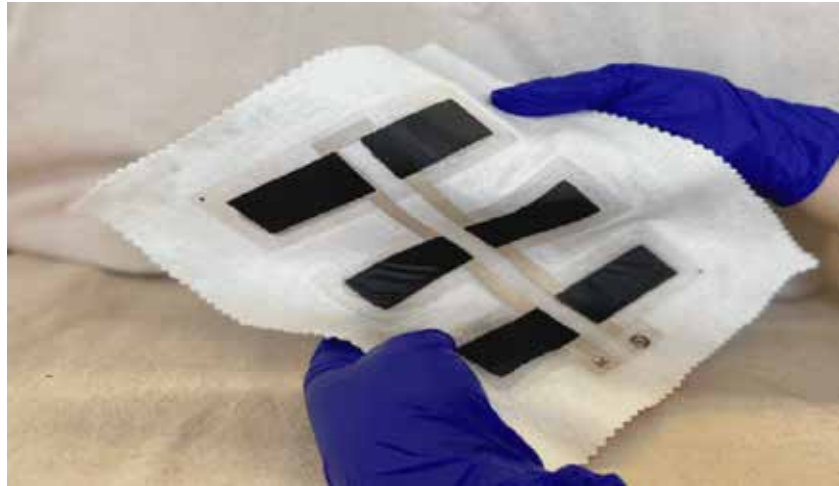
*Neues Verfahren zur Produktion von Stromspeichern für smarte Textilien*

### Die Situation

Smart Textiles werden immer beliebter. Mit Sensoren ausgestattet können sie den Puls oder den Blutdruck messen, sie können heizen oder Lichtsignale geben. Der Markt und die Zahl der Anwendungen wachsen in beeindruckendem Maße. Zumeist benötigen die Produkte aber eine Stromversorgung mit Akkus oder Batterien. Das Textil muss dann mit einem nicht-textilen Bauteil kombiniert werden. Wünschenswert wäre eine textile Stromversorgung, die sich leicht in das Textil integrieren lässt.

### Das Projekt

Das DTNW hat deshalb zusammen mit der Texoversum Fakultät Textil der Hochschule Reutlingen textile Superkondensatoren entwickelt. Dabei handelt es sich um Bauteile, die sehr schnell geladen werden, Strom speichern und zur Verfügung stellen können. Zu den Aufgaben des DTNW gehörte die Entwicklung von Elektrodenmaterialien auf Basis von Kohlenstoffnanofaservliesen (CNF-Vliesen), die relevante Mengen an Strom speichern können. Am Texoversum wiederum wurde dann ein grundsätzlicher Aufbau der Superkondensatoren erarbeitet. Dabei galt es zum Beispiel, eine Verkapselung zu entwickeln, die das Auslaufen oder Eintrocknen des Elektrolyten verhindert. Dieser Kondensatoraufbau mit einfachen CNF-Vliesen erreichte bereits eine deutlich höhere spezifische Kapazität als vergleichbare Kondensatoren mit kommerziell verfügbaren Kohlefaserelektroden. Im Verlauf des Projektes wurden die Elektroden dann weiter optimiert. So wurden beispielsweise poröse CNF-Vliese entwickelt, die dank der Poren eine deutlich größere Oberfläche haben. In den Superkondensatoren wurden die porösen CNF-Vliese dann mit einem weiteren Vliestyp kombiniert – sogenannten redox-aktiven CNF-Vliesen. Durch diese



*Textiler Superkondensator – realisiert über konventionellen, textilen Siebdruck*

Kombination erreichen die Superkondensatoren eine 300-fach höhere Kapazität als jene aus konventionellen Kohlefaserelektroden. Darüber hinaus wurden am Texoversum Arbeiten für den Aufbau eines industriellen Rolle-zu-Rolle-Verfahrens durchgeführt.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Das Projekt zeigt, dass es mit dem gewählten Ansatz möglich ist, Superkondensatoren mit hohen Kapazitäten herzustellen. Zudem ist es möglich, solche Kondensatoren künftig in einem industrie-relevanten Rolle-zu-Rolle-Prozess über konventionelle Siebdruck- und Laminierprozesse zu fertigen. Ein solcher Prozess ließe sich von deutschen KMU umsetzen, die im Bereich Veredelung/(Sieb-)Druck aktiv sind. Mit der Verfügbarkeit entsprechender textiler Superkondensatoren würden sich für die Hersteller von technischen Textilien und Bekleidungstextilien interessante Produkte und neue Märkte ergeben.



## Hautpflege-Textilien mit Wirkstoff aus der Graviola-Pflanze

*Neuartige Ausrüstung von Textilien mit Mikrokapseln und Direktbeschichtung*

### Die Situation

Die Graviola (*Annona muricata*) ist eine südamerikanische Pflanze, die in den vergangenen Jahren wegen ihrer gesundheitsfördernden Wirkung in der Naturmedizin populär geworden ist. Studien deuten darauf hin, dass sie das Wachstum bestimmter Krebstumore hemmt. Außerdem ist sie als Hauptpflegeprodukt beliebt. Textilien, die man direkt auf der Haut trägt, können mit Wirkstoffen aus der Graviola ausgerüstet werden – den Acetogeninen.

### Das Projekt

Das STFI hat daher im Forschungsprojekt GRAVIOLA neuartige, dermatologisch anwendbare Textilstrukturen entwickelt, die mit Acetogeninen beschichtet werden. Dabei hat das Projektteam zwei verschiedene Wege untersucht, wie die Wirkstoffe aufgebracht werden können. Im ersten Fall wurden die Graviola-Wirkstoffe in verschiedene Dispersionen eingearbeitet und per Foulard-Ausrüstung direkt aufgebracht. Im zweiten Fall wurden Mikrokapseln mit einem Durchmesser von weniger als 100 Mikrometern mit dem Wirkstoff beladen und auf die Textilien appliziert. Die beschichteten Textilien konnten anschließend direkt weiterverarbeitet werden. Die Mikrokapseln zeichnen sich dadurch aus, dass der Wirkstoff über einen definierten Zeitraum nach und nach freigesetzt wird. Die Beschich-

tung eignet sich für Gewebe, Maschenware und Vliesstoffe. Berücksichtigt wurden in dem Projekt auch Textileigenschaften wie Farbechtheit, Wasserbeständigkeit und Reibung sowie humanökologische Anforderungen nach OEKO-TEX® STANDARD 100.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Die mit den Graviola-Wirkstoffen beschichteten dermatologischen Textilien lassen sich vielfältig im Wellness- und Gesundheitsbereich einsetzen. Mit diesem Projekt wurde eine Basis geschaffen, um Wirkstoffverkapselungen sowohl in der Textilveredlung als auch für eine nachhaltige Verwendung von Graviola einzusetzen. Die Integration der Graviolawirkstoffe in die Textilveredlung trägt dazu bei, dass KMU als Vorreiter in der Branche wahrgenommen werden, was Wettbewerbsvorteile und eine Marktdifferenzierung schafft. Von der Herstellung solcher Textilien profitieren in der Wertschöpfungskette beteiligte KMU wie zum Beispiel Hersteller von Geweben und Gewirken, Textildrucker und Veredler, Hersteller von Gesundheitskleidung oder auch Mikrokapsel-Hersteller.



*v. l. Sauerfrucht | Mit Graviola-Mikrokapseln und textilem Beschichtungssystem funktionalisierte Sheet Mask | Ethanolischer Graviola-Extrakt*



## Smart Textiles kostensparend fertigen

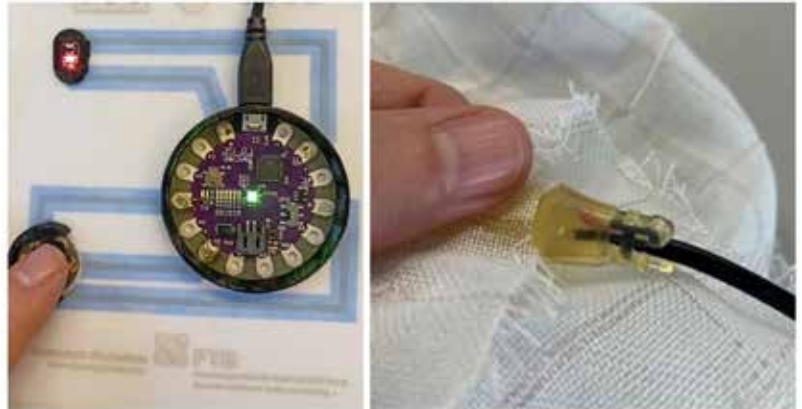
*3D-Druck und Spritzguss erleichtern Produktion von textiler Elektronik*

### Die Situation

Eine entscheidende Hürde bei der Produktion von Smart Textiles stellen die komplexen Produktionsabläufe und die teilweise umständliche und klobige Verbindung zwischen den Strukturen im Textil und den elektronischen Komponenten dar, die bislang nicht ins Textil integriert werden können – zum Beispiel Batterien und Mikrochips. Darüber hinaus ist die Entwicklung von Smart Textiles für die Hersteller mit hohen Kosten verbunden, da für jedes Produkt anwendungsspezifische Änderungen erforderlich sind. Smart Textiles sind deshalb für die Entwickler kompliziert, für den Hersteller aufwändig und für den Anwender teuer. Darüber hinaus gibt es Verbesserungspotenzial bei den elektrischen Verbindungen und der Ästhetik der Produkte.

### Das Projekt

Das Cornet-Projekt „Smart3D“, das in Kooperation zwischen FTB und dem belgischen Forschungsinstitut Centexbel durchgeführt wurde, hatte daher gleich mehrere Ziele. Zum ersten wurden neue Materialien getestet, die sich für elektrisch leitfähige Komponenten eignen. Zum zweiten wurden abnehmbare Einheiten für elektronische Bauteile realisiert, die sich an verschiedene Anwendungen anpassen lassen. Zum dritten wurde ein neuartiges Konzept entwickelt, nach dem sich per 3D-Drucker für wenig Geld Formen für den Niederdruck-Spritzguss herstellen lassen. Der Vorteil des 3D-Drucks besteht auch darin, dass damit leitfähige Materialien direkt ins Textil gedruckt werden können. Dadurch entfällt ein bisheriger Produktionsschritt, bei dem elektrisch leitfähige Verbindungen zwischen textilen und elektronischen Komponenten hergestellt werden müssen. Realisiert wurde ferner eine weitgehend digitale Prozesskette, sodass ganz nach dem Wunsch der Kunden Produkte personalisiert und individualisiert werden können. Damit die Hersteller künftig Investitionskosten sparen können, wurden im Projekt mit dem 3D-Druck und dem Niederdruck-Spritzguss bewusst preisgünstige Produktionsverfahren gewählt.



*Druckapplikation eines Temperatursensors mit LED-Signal, Kabelanschluss-Schutz*

### Der Nutzen für den Mittelstand

Durch eine weitgehend digitale Prozesskette können bei der Herstellung von Smart Textiles mit hohem Mehrwert Einsparungen bei Produktentwicklung und Produktion erzielt werden. Gleichzeitig ist eine schnelle Reaktion auf unterschiedliche Kundenbedürfnisse und Marktanforderungen möglich. Die Abhängigkeit von Lieferanten für Kunststoff-Bauteile kann reduziert werden. Insbesondere für Hersteller von Arbeits- und Funktionsbekleidung, die bisher keine Smart Textiles fertigen, stellen 3D-Druck und Niederdruckspritzguss Fertigungstechnologien dar, die dank des geringen Investitionsaufwands für die Fertigung erster Kleinserien geeignet sind.



## Polymere sortenrein zurückgewinnen

*Biobasierte Lösemittel trennen Mischgewebeabfälle schonend auf*

### Die Situation

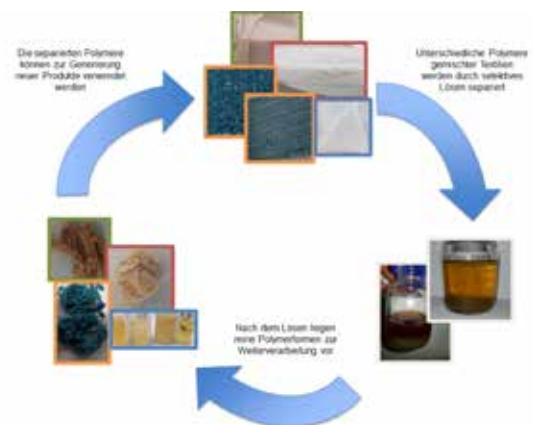
Da Textilien häufig als Mischgewebe vorliegen oder wie zum Beispiel Teppichbodenbeläge aus mehreren Komponenten bestehen, können diese in der Regel zum Ende ihrer Lebenszeit nicht zu hochwertigen, neuen Materialien weiterverarbeitet werden. Meist werden sie als minderwertige Füllstoffe verwendet oder in Müllverbrennungsanlagen verbrannt.

### Das Projekt

Am DTNW wurde jetzt ein neues chemisches Recyclingverfahren entwickelt, bei dem aus Mischgewebe mithilfe von umweltfreundlichen Lösungsmitteln die verschiedenen Polymere sortenrein extrahiert werden können. Untersucht wurden biobasierte Lösemittel sowie ionische Flüssigkeiten und sogenannte „stark eutektische“ Lösemittel, die aus biobasierten Rohstoffen hergestellt werden können. Die Projektergebnisse zeigen, dass sich mit diesen Lösemitteln aus Mischgewebe und Mehrschichtsystemen wie Teppichbodenbelägen Polymere ebenso gut extrahieren lassen wie mit klassischen Lösemitteln. Der Prozess wurde soweit optimiert, dass sich die Zielfasern quantitativ aus den Mischgeweben entfernen ließen. Die gelösten Polymere konnten anschließend von dem Lösemittel getrennt und die Lösemittel wieder aufgearbeitet werden, um sie wiederzuverwenden.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Die Ergebnisse können dazu beitragen, hochwertige Polymere aus textilen Abfällen zurückzugewinnen, um daraus neue Materialien herzustellen. Dadurch lässt sich der Anteil neuer Rohmaterialien verringern, was zu Kosteneinsparungen führt. Zudem kann das Wissen über die Aufarbeitung textiler Abfälle zur Entwicklung von Ready-to-Recycle-Ansätzen beitragen.



*Der neu entwickelte lösemittelbasierte Recycling-Kreislauf im Überblick*

## Dry-Fiber-Placement planbar und sicher machen

Projekt liefert Verarbeitungsempfehlungen für Trockenfaser-Tapes

### Die Situation

Das Dry-Fiber-Placement ist eine Technologie mit der Bauteile aus faserverstärkten Kunststoffen produziert werden. Die Besonderheit besteht darin, dass die Carbonfaser-Streifen, sogenannte Tapes als Endlosstreifen kreuz und quer in die Form gelegt werden, ohne zurechtgeschnitten werden zu müssen. Dadurch werden Verschnitt und Abfall vermieden. Damit die Tapes beim Einlegen in die Bauteilform nicht verrutschen, werden sie mit einem Bindematerial versehen, das während des Ablegens kurz aufgeschmolzen wird. Nachdem die Tapes ausgelegt sind, werden sie mit einem Harz getränkt. Bislang weiß man noch nicht genug darüber, wie sich die Parameter der Ablage auf die Verarbeitung und die späteren mechanischen Eigenschaften des faserverstärkten Bauteils auswirken. Zudem ist unklar, wie sich der Ablageprozess selbst auf das Material auswirkt. Deshalb ist es bislang nicht möglich die Material- und Prozessparameter perfekt aufeinander abzustimmen oder gar den Prozess des Dry-Fiber-Placements (DFP) zu optimieren. Das bedeutet, dass er bislang fehleranfällig ist. Produktionsausfall und Ausschuss sind die Folge. Obwohl das DFP klare Vorteile hat, wird die Technologie daher bisher nur eingeschränkt genutzt.

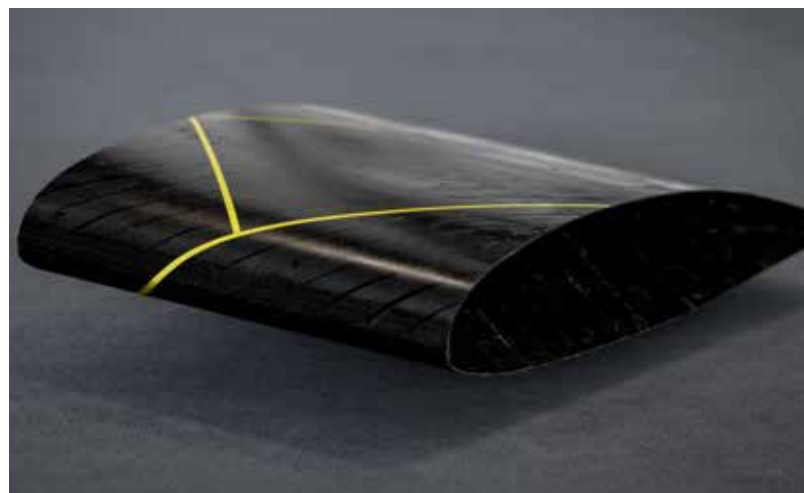
### Das Projekt

Um die Markteintrittshürden der vielversprechenden DFP-Technologie zu senken, hat das ITA jetzt erstmals die Wechselwirkungen zwischen den Materialeigenschaften, den Prozessparametern und den Eigenschaften des fertigen Bauteils untersucht. Zum Einsatz kamen dabei besonders stabile Heavy-Tow-Tapes, die sehr viele Carbonfasern enthalten. In Experimenten wurden die Heavy-Tows gespreizt und Prozessfenster für das Spreizen und den Binderauftrag bestimmt. Im Anschluss wurden 42 Tapevarianten für die Materialcharakterisierung hergestellt. Zudem wurden die Zeiten und Produktivitäten des DFP in Abhängigkeit der Tape-Varianten und Prozessparameter gemessen. Insgesamt ist so eine Datengrundlage entstanden, mit der sich Materialanforderungen und Prozessgrenzen definieren

lassen. Daraus wurde eine Methodik zur Auswahl DFP-gerechter Materialien und Prozessparameter abgeleitet.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Die Projektergebnisse ermöglichen es potenziellen Anwendern, geeignete Tapes für den DFP-Prozess auszuwählen oder selbst zu entwickeln. Darüber hinaus können sie Anlagen und neue Materialien effizienter in Betrieb nehmen. Mit einer eigenen technisch-wirtschaftlichen Gewichtung können sie sowohl Prozessfenster für die Tape-Herstellung als auch für das DFP auswählen. Als verarbeitungsrelevante Tape-Eigenschaften wurden die Querkraftfestigkeit und breitenbezogene Biegesteifigkeit festgelegt. Sie können mit genormten Verfahren von den Anwendern selbst oder im Auftrag bestimmt werden. Für die Übertragung von Prozesseinstellungen auf andere Tape-Anlagen wurden die Nip-Point-Temperatur, der Anpressdruck und die Ablegeschwindigkeit als anlagenunabhängige Prozessgrößen identifiziert.



*Im DFP-Verfahren hergestellte Flügelschale eines Lufttaxis mit sichtbaren Tape-Bahnen*



## Carbonfasertextil perfekt an Bauteilform anpassen

*Flexible Kettfadensteuerung vermeidet Verschnitt*



*Mit dem neuen Modul (rechts) können Carbonfasertextilien in unterschiedlicher Breite hergestellt werden.*

### Die Situation

Bauteile aus Faserkunststoffverbunden (FKV) werden heute zumeist hergestellt, indem das Carbonfasertextil von der Rolle in die Bauteilform eingelegt wird. Das Problem besteht darin, dass die Rolle eine konstante Breite hat und das Textil daher nicht immer perfekt in die Bauteilform passt. Das überstehende Textil muss abgeschnitten werden. Mit dem Verschnitt aber gehen wertvolle Rohstoffe verloren.

### Das Projekt

Am ITM wurde deshalb eine Methode entwickelt, mit der sich die Breite des Textils perfekt an die Bauteilform anpassen lässt. Das Ziel war letztlich, Hochleistungsfasern – insbesondere aus Carbon – effizienter und materialsparender zu verwenden. Der Trick besteht darin, die Breite des Textils durch die Anzahl der Kettfäden variabel an die Maße des Bauteils anzupassen. Dort, wo das Bauteil breiter ist, werden mehr Kettfäden gesetzt. Berücksichtigt wurde auch, dass verschiedene Bereiche des Bauteils im späteren Einsatz unterschiedlich stark belastet werden. Für besonders belastete Bereiche wird die Dichte der Kettfäden im Textil daher erhöht. Das am ITM entwickelte Kettfadenmanipulationsmodul ist in der Lage, entsprechend Kettfäden

bei Bedarf hinzuzufügen oder zu entfernen. Das Modul lässt sich in den etablierten Multiaxial-Kettwirkprozess integrieren. Des Weiteren wurden in dem Projekt Steuerungsalgorithmen für die flexible Kettfadenlegung entwickelt. Ferner wurden Fertigungsrichtlinien für den künftigen Einsatz erstellt.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Das neue Modul verbessert die Produktion von FKV, indem es erstmals eine präzise, material- und kosteneffiziente Integration von Kettfäden in textile Gelege ermöglicht. Für KMU führt das zu einer Optimierung der Produktionsprozesse, Reduzierung von Materialverschnitt und Kosteneinsparungen. Mit der Technologie lassen sich jetzt anpassungsfähige FKV-Bauteile für verschiedene Industriezweige wie Automobilbau, Luftfahrt, Windenergie oder Sportgeräte herstellen. Durch die präzise Anpassung an spezifische Lastanforderungen und Bauteilkonturen werden KMU dabei unterstützt, wettbewerbsfähiger und nachhaltiger zu produzieren.





## Leistungsstarke Duroplast-Composite mit recycelten Carbonfasern

*Neue Prozesskette für nachhaltige Heavy-Tows*

### Die Situation

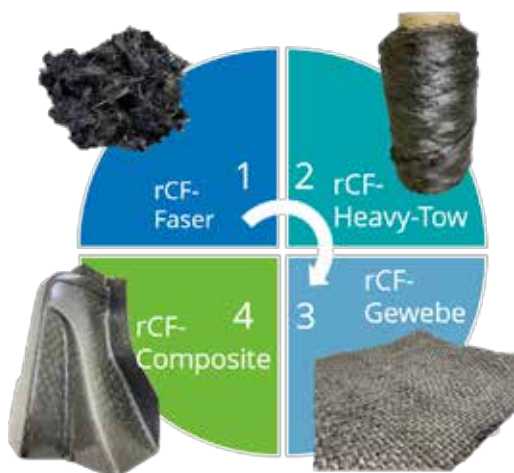
Zahlreiche Forschungsinstitute und Unternehmen haben in den letzten Jahren Lösungen zur Wiederverwendung recycelter Carbonfasern (rCF) entwickelt. Diese kommen beispielsweise in Hybridgarnen oder im Spritzguss zum Einsatz. Zumeist werden die rCF mit thermoplastischen Fasern kombiniert und dann zu thermoplastischen Faserverbundkunststoffen verarbeitet. Thermoplaste sind Kunststoffe, die sich wieder einschmelzen lassen. Was jedoch die Verwendung von duroplastischen Carbonfaserverbundstoffen (Hartkunststoffe, die sich nicht wieder einschmelzen lassen) angeht, ist die Anwendung von rCF begrenzt. Duroplastische Bauteile, die zu 100 Prozent rCF enthalten, sind nämlich nur ein Drittel so leistungsfähig wie duroplastische Carbonfaserverbundstoffe, die neuwertige Carbonfasern beziehungsweise -garne enthalten. Daher werden bislang in vielen Anwendungen neuwertige Fasern eingesetzt. Das ist wenig nachhaltig. Zudem ist die Herstellung dieser Verbundstoffe deutlich teurer, weil für die Produktion neuer Fasern sehr viel Energie benötigt wird.

### Das Projekt

Am ITM wurden deshalb neuartige, nachhaltige rCF-Garne für duroplastische Verbundwerkstoffe und die dafür benötigten Fertigungstechnologien entwickelt. Ein Ziel war es, besonders leistungsfähige rCF-Garne zu erzeugen. Dazu wurde im Vorhaben eine Prozesskette zur schonenden Verarbeitung von rCF zu rCF-Heavy-Tows aufgebaut – besonders haltbaren Carbonfaser-Streifen. Diese Kette reichte von der Faseraufbereitung bis zur Garnbildung.

### Der Nutzen für den Mittelstand

Die neu entwickelten rCF-Heavy-Tows bieten ein sehr hohes Innovations- und Marktpotenzial in den Bereichen Werkstoffe und Materialien, Leichtbau, Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung sowie Ressourceneffizienz. Damit eröffnet sich für KMU der Textilindustrie die Chance, neue Produkte und Technologien für den Faserverbundmarkt zu entwickeln und sich als Zulieferer für die Automobil-, Maschinenbau-, Luftfahrt-, Medizin- und Sportgeräteindustrie zu etablieren. Die Ergebnisse sowie die wirtschaftliche Analyse zeigen, dass mit diesem Projekt erstmals ein nachhaltiges Recyclingkonzept bereitgestellt wurde, das eine hohe Marktdurchdringung der rCF-Heavy-Tows erwarten lässt.



*Materialfluss der entwickelten Prozesskette:  
von der Faser über rCF-Heavy-Tows und  
Gewebe zum Faserverbund*

# Auszeichnungen

Bei den Preisverleihungen stand das Thema nachwachsende Rohstoffe im vergangenen Jahr hoch im Kurs. Gleich drei Forschungsarbeiten wurden ausgezeichnet.

## Gips-Schüle-Sonderforschungspreis

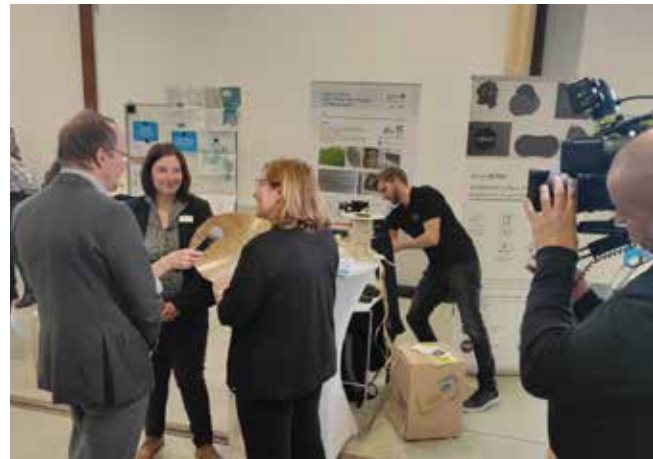
Dr. Antje Ota vom Kompetenzzentrum Biopolymerwerkstoffe der DITF erhielt den mit 15 000 Euro dotierten „Gips-Schüle-Sonderforschungspreis“ für ihre Arbeiten zur Herstellung von Cellulosefilamenten aus Hanfstängeln und Flachs-nebenprodukten. Zusammen mit dem französischen Startup RBX Créations gelang es ihr, einen Hanfzellstoff mit hoher Reinheit und exzellenten Eigenschaften zu fertigen. Der Zellstoff hat einen niedrigeren CO<sub>2</sub>-Abdruck als herkömmlicher Holzzellstoff.



*Dr. Antje Ota forscht an der Nutzung von Hanf, um hochwertige textile Produkte zu erzeugen.*

## Best CO<sub>2</sub>-Utilisation 2023 Innovation Award

Um Cellulose ging es auch beim Projekt „CellCO<sub>2</sub>“, für das die DITF mit dem „Best CO<sub>2</sub>-Utilisation Innovation Award“ ausgezeichnet worden sind. In dem Projekt wurden Cellulosebasierte Materialien zur CO<sub>2</sub>-Abtrennung aus der Luft entwickelt. Die Cellulosefasern wurden chemisch so verändert, dass sie die CO<sub>2</sub>-Moleküle leicht aus der Luft aufnehmen und unter geringer Energiezufuhr wieder abgeben. Das CO<sub>2</sub> kann anschließend genutzt oder dauerhaft im Untergrund gespeichert werden.



*Elke Thiele (STFI, rechts) und Dr. Franziska Lehmann (Texulting GmbH) tauschen sich mit Staatsminister Wolfram Günther aus*

## Eku-Zukunftspreis

Hanf stand auch bei der Verleihung des mit 15 000 Euro dotierten „eku-Zukunftspreises“ im Fokus, mit dem das Sächsische Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Elke Thiele vom STFI und Dr. Franziska Lehmann von der Texulting GmbH ausgezeichnet hat. Prämiert wurde ihre grundlegende Arbeit an einer regionalen Wertschöpfungskette für Hanf als Nutzpflanze.





ITMA-Award-Gewinner Philipp Weigel



Maryam Sodagar nahm den Preis stellvertretend für beide Frauen entgegen.

### ITMA Sustainable Innovation Award

Während der ITMA 2023 wurden gleich mehrere Forscher aus Deutschland ausgezeichnet. Den mit 10 000 Euro dotierten ersten Preis in der Kategorie „Research & Innovation Excellence“ erhielt Philipp Weigel für seine am ITM angefertigte Studienarbeit „Numerische Simulation des Struktur- und Auszugverhaltens parametrisch generierter profilierter Carbonpolymergarne“. Mit dem zweiten Preis in der Kategorie „Research & Innovation Excellence“ wurde Eva Wingerath für ihre Masterarbeit mit dem Titel „Life Cycle Assessment and Evaluation of Composite Pressure Vessel End-of-Life Recycling“ ausgezeichnet. Den dritten Preis erhielt Maryam Sodagar vom ITA für ihre Masterarbeit „Bananenfasern als nachhaltige und erneuerbare Ressource zur Verstärkung von Polymilchsäure“.

für seine Diplomarbeit zum Thema „Entwicklung einer Laboranlage zur automatischen Herstellung von vernadelten Carbon-Preformen für faserverstärkte, rotationssymmetrische Hochleistungs-Keramikbauteile“.

### AVK-Innovationspreis 2023

Das STFI ist in zwei Kategorien mit dem „Innovationspreis für Faserverbundkunststoffe“ der AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe ausgezeichnet worden. In beiden Kategorien belegten die Entwickler-Teams den dritten Platz. In der Kategorie „Produkte und Anwendungen“ wurde das STFI für das Projekt HiPeR ausgezeichnet. Das Ziel dieses deutsch-japanischen Projektes bestand darin, das Preis-Performance-Verhältnis von recycelten Kohlenstofffaserhalbzeugen durch einen hohen Ausrichtungsgrad der Fasern zu verbessern. In der Kategorie „Forschung und Wissenschaft“ wurde das Projekt VliesSMC ausgezeichnet. Des dessen Ziel war es, rezyklierte Carbonfasern in Form von Vliesstoffen in SMC-Halbzeuge einzubetten und weiterzuverarbeiten.



Die Mitarbeiter des STFI belegten beim „Innovationspreis für Faserverbundkunststoffe“ in zwei Kategorien den dritten Platz.

### Preis der Walter-Reiners-Stiftung des VDMA

Mit dem „Nachhaltigkeitspreis Diplom 2023“ der Walter-Reiners-Stiftung des VDMA ist Dave Kersevan vom ITM ausgezeichnet worden. Er erhielt den Preis

Dave Kersevan



# Auszeichnungen

## Drei Goldmedaillen auf der Neuheiten-Messe in Nürnberg

Auf der internationalen Fachmesse „Ideen - Erfindungen - Neuheiten“ (iENA) in Nürnberg ist das TITK für seine Forschungsarbeiten gleich mit drei Goldmedaillen ausgezeichnet worden. Ausgezeichnet wurden erstens flexible, metallfreie Heizfolien, die am TITK als Anwendungsbeispiel in eine Pkw-Mittelarmlehne integriert wurden. Zum zweiten wurden elektrochrome Folien für Sonnenschutz und maßgeschneiderte Werbung ausgezeichnet. Die dritte Medaille erhielt das Institut für seine laserapplizierten Markierungen auf medizinischen Vorrichtungen, mit denen sich die Bildgebung bei der Röntgen- und Ultraschalldiagnostik verbessern lässt. Konkret wurden Marker entwickelt, die Katheter oder Kanülen besser sichtbar machen, wodurch sie optimal im Körper platziert werden können.



*Dr.-Ing. Lajos Szabó, Wissenschaftler am TITK in Rudolstadt, zeigt die drei Goldmedaillen und Urkunden der internationalen Fachmesse iENA 2023.*

## Passgenaue Feuerweherschutzkleidung für Frauen

*Projekt der RWTH Aachen will Ergonomie verbessern*

Feuerweherschutzkleidung für Frauen passt nicht gut – die Kleidung ist vor allem für Männer konzipiert und oft an den Schultern zu weit, am Oberkörper zu eng und an den Armen und Beinen zu lang. Feuerwehrfrauen haben daher weniger Vertrauen in ihre Schutzkleidung und ein höheres Unfallrisiko. Das Institut für Arbeitswissenschaft (IAW) und das Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen haben dieses Problem aufgezeigt und wurden dafür am 27. November 2023 mit



*Persönliche Schutzausrüstung für Frauen passt häufig nicht. Vermutlich erhöht das die Unfallgefahr im Einsatz.*

dem Förderpreis „Helfende Hand“ des Bundesinnenministeriums ausgezeichnet, der höchsten Auszeichnung in Deutschland für ehrenamtlichen Einsatz. Die wissenschaftlichen Mitarbeitenden Rahel Heesemann, Carsten Schiffer und Justin Kühn wollten ursprünglich die ökologischere Gestaltung von Feuerweherschutzkleidung betrachten. Feuerwehrangehörige nannten die Ergonomie der Schutzkleidung aber als dringenderes Problem. Carsten Schiffer änderte sein Thema entsprechend und verfolgte den Ergonomieaspekt in seiner Masterarbeit am IAW. Jetzt wollen beide Lehrstühle den Ansatz, Feuerweherschutzkleidung unter anderem ergonomisch an Frauenkörper anzupassen, gemeinsam mit Industriepartnern weiterverfolgen.

# Veranstaltungen | Jubiläen

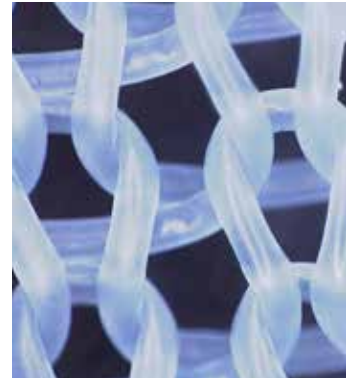
## Anwenderforum Smart Textiles

*Erstmals zu Gast im schweizerischen Forschungsinstitut EMPA*

Das jährlich von den DITF, dem TITV und dem FKT veranstaltete Anwenderforum Smart Textiles fand am 15. und 16. März 2023 zum ersten Mal in der Schweiz statt. Gastgeber war das Materialforschungsinstitut Empa in St. Gallen. Auf dem Programm standen dort unter anderem medizinische Themen wie das rechtzeitige Erkennen von Schlafapnoe und Vorhofflimmern oder die Analyse und Anregung der Muskelaktivität. Weitere Themen waren smarte Heizung und Beleuchtung. So stellte das TITV zum Beispiel sein Projekt eHeatDigiLine vor, in dem textilintegrierte Heizmodule für Komfortanwendungen entwickelt werden. Zu sehen gab es eine beheizbare Armlehne, wie sie im Automobil zu finden ist. Künftig ließen sich daraus textile Flächenheizungen für E-Autos herstellen. Am ersten Veranstaltungstag öffnete die Empa ihre Labore und Technika und bot Einblick in ihre Forschung. Das Institut betreibt anwendungsorientierte Forschung in den Bereichen nanostrukturierte Materialien, Umwelt-, Energie- und Gebäudetechnologien sowie Biotechnologie und Medizintechnik. Wie immer rundeten eine Ausstellung und Diskussionen das Programm ab – beispielsweise über die Integration von Sensorik und künstlicher Intelligenz in Textilien, die Träger- und Umgebungsdaten nicht nur erfassen, sondern auch analysieren können.



*Kanadische Delegation im Gespräch mit Dr. Heike Illing-Günther vom STFI*



*Gestrick aus dilatantem Material (IGF-Nr. 20109 BR)*

## Innovationstag Mittelstand des BMWK

*Kanada und Forschungsförderung im Fokus*

Am 21. Juni 2023 fand in Berlin der Innovationstag Mittelstand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) statt. Zu Gast waren unter anderem Michael Kellner, parlamentarischer Staatssekretär des BMWK, sowie eine kanadische Delegation aus Québec, Ontario und von der kanadischen Botschaft. Wie immer stellten zahlreiche Forschungseinrichtungen ihre Arbeit vor. Das STFI präsentierte beispielsweise Holz-Beton-Verbund-Decken und sein Projekt VliesSMC, in dem eine Seitenwandstruktur für Elektrofahrzeugbatterien entwickelt worden ist. Mit dabei war wie immer auch das FKT: Es stellte die Arbeit der Forschungsvereinigung anhand eines Exponats des TITK zu hüpfender Knete vor. Hüpfknete besteht aus einem dilatanten Material. Dieses ist normalerweise weich, verfestigt sich aber unmittelbar, wenn Schlagkräfte darauf einwirken. Interessant ist das Material unter anderem, um Motorradfahrer vor Verletzungen zu schützen.

## Aachen-Dresden-Denkendorf International Textile Conference (ADD-ITC)

*Digitalisierung und Technologietransfer im Fokus*

Über aktuelle Entwicklungen, Marktstrategien und globale Trends entlang der gesamten textilbasierten Wertschöpfungskette informierte vom 30. November bis 1. Dezember 2023 die ADD-ITC, die diesmal wieder in Dresden stattfand. Themen der Vorträge und Diskussionen waren unter anderem Energie, Gesundheit und Rohstoffe.



*Die Firma msquare stellte während des Anwenderforums eine textile Heizmatte vor, die nach dem Induktionsprinzip funktioniert.*

# Veranstaltungen | Jubiläen



*Prof. Cherif eröffnet die Veranstaltung.*



*Die Besucher tauschen sich rege mit den Ausstellern der Posterausstellung aus.*

Schwerpunkte waren ferner die Digitalisierung der Textilwirtschaft durch KI und fortgeschrittene Produktionstechnologien. Zu einem der Höhepunkte der Veranstaltung hat sich inzwischen die Session „Technologietransfer – Von der Idee bis zur Praxis“ entwickelt, die das FKT stets am ersten Veranstaltungstag durchführt. Hier stehen Innovationen im Vordergrund, die aus Forschungsk Kooperationen, insbesondere über IGF/ ZIM, sowie durch Startups erfolgreich in die Industrie überführt werden. Darüber hinaus wurde während der ADD-ITC der „Nachhaltigkeitspreis Diplom 2023“ der Walter-Reiners-Stiftung des VDMA verliehen.



*Der AlgaeTex, ein Sneaker aus Mikroalgen, wurde auf der Konferenz ausgestellt – ein Projekt von BIOTEXFUTURE.*

## **Nachhaltigkeit ist eine Perspektive für das Rheinische Revier**

*Am 23. November stand der Strukturwandel Rheinisches Revier im Mittelpunkt der Fachkonferenz „Perspektiven Rheinisches Revier“.*

ITA-Bereichsleiter Dr. Sascha Schriever stellte mit INGRAIN, dem Innovationsbündnis Agrar – Textil – Lebensmittel – von Reststoff zu Wertstoff zu Nährstoff – eines der interessantesten Projekte im innovationsbasierten Strukturwandel vor. Bei INGRAIN geht es darum, Reststoffe aus Verarbeitungsprozessen der Agrar-, Textil- und Lebensmittelindustrie in Wert- oder Nährstoffe umzuwandeln und so regional eine biobasierte, kreislaforientierte und nachhaltige Ressourcennutzung zu schaffen. Dabei handelt es sich um eine Projektinitiative der RWTH Aachen, der Hochschule Niederrhein, der Hochschule Rhein-Waal und der Wirtschaftsförderungsgesellschaft für den Kreis Heinsberg mbH. Das ITA zeigte noch weitere interessante Exponate, vom nachhaltigen biobasierten Kunstrasen über einen Sessel mit Biopolymerkissen, ein VW-Käfer Modell aus Flachs bis hin zum AlgaeTex Sneaker. Dieser repräsentiert die Herstellung von Sporttextilien aus Mikroalgen als Projekt des Innovationsraumes BIOTEXFUTURE.

# Kooperationen



*Augmented Reality per Tablet zur Unterstützung von Wartung und Instandhaltung*

## Mittelstand-Digital Zentrum Smarte Kreisläufe

*ITA unterstützt KMU bei nachhaltigen Digitalisierungsprojekten*

Das ITA der RWTH Aachen hat in den vergangenen Jahren zahlreiche KMU auf dem Weg in die Digitalisierung begleitet. Möglich wurde das durch das institutseigene Innovation & Learning Center (ILC) in Aachen, in dem KMU die Digitalisierung der Produktion in ihrem Arbeitsumfeld kennenlernen können. Derzeit stehen das neue Lieferkettengesetz und das Thema soziale Nachhaltigkeit im Vordergrund, die für die KMU neue Herausforderungen mit sich bringen. Das ITA bietet als einer der Partner des Mittelstand-Digital Zentrums Smarte Kreisläufe Unterstützung, damit KMU entsprechende Ideen konkret umsetzen können. Letztlich geht es darum, gemeinsam mit Unternehmen nachhaltige Lösungen und Prozesse für die Kreislaufwirtschaft zu finden und neue digitale Geschäftsmodelle zu entwickeln. Die Angebote sind für KMU kostenlos. Wie die Erfahrung zeigt, schließen sich an die Kooperationen oftmals Förderungen durch das „Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand – ZIM“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz oder entsprechende Forschungs- und Entwicklungsprojekte an.

*Webversuche zur Herstellung von Mehrlagengeweben für Funktionsmuster*

## Entwicklung faserverstärkter Kunststoffe mit hoher Dauerfestigkeit

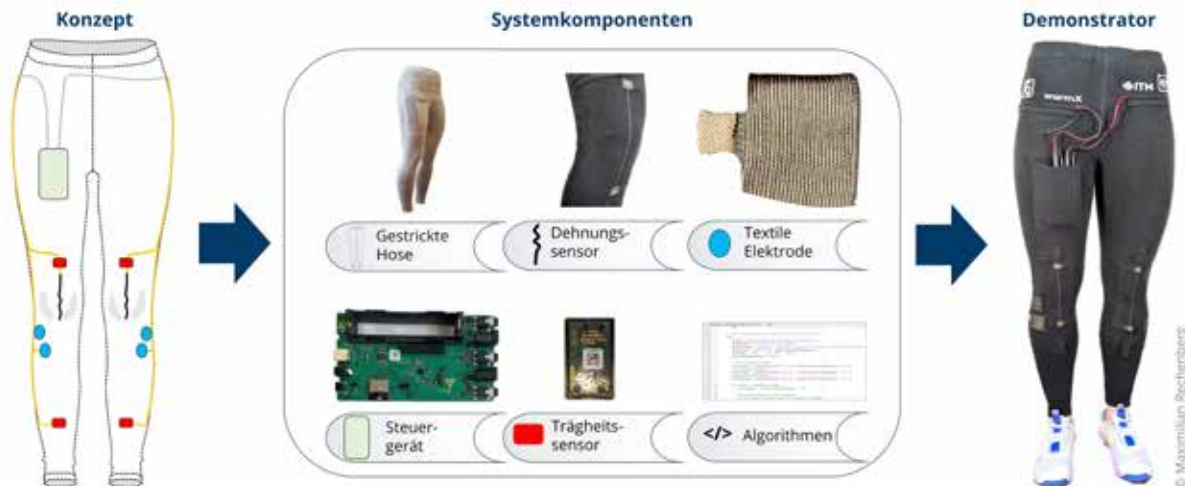
*Maßgeschneiderte Mehrlagengewebe durch speziellen Webprozess*

Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) aus Hochleistungsverstärkungsfasern wie Glas oder Carbon sind aufgrund ihrer hohen spezifischen Festigkeit und Ermüdungsbeständigkeit besonders gut für hochdynamisch beanspruchte Bauteile wie etwa Blattfedern von Fahrzeugen geeignet.

Die Produktion solcher FKV-Teile ist allerdings sehr aufwändig. Das Zuschneiden und Legen einzelner Verstärkungslagen geschieht per Hand, was besonders kostspielig ist. Eine Alternative zur manuellen Anordnung sind Mehrlagengewebe. Diese beinhalten bereits eine große Zahl sehr vieler dünner Einzellagen. Das ITM hat dafür zusammen mit Partnern aus der Schweiz einen speziellen Webprozess entwickelt. Dabei entstehen durch Verbindung vieler Kett- und Schussfadenlagen sehr dicke kompakte Strukturen. Das manuelle Stapeln wird dadurch überflüssig. Die Kett- und Schussfadenlagen werden zudem über eine Z-Verstärkung miteinander verbunden, damit sie sich später nicht lösen, wenn das Bauteil stark beansprucht wird. Das ITM bringt seine textile Expertise zum Weben und in der Textilsimulation ein, die Fachhochschule Nordwestschweiz ihre umfangreichen verbundtechnischen Erfahrungen. Die Tissa Glasweberei steuert ihr Know-how in der Herstellung anforderungsgerechter Glasgewebe bei.



# Kooperationen



SmartMediTex - vom Konzeptentwurf zum Demonstrator

## Funktionsleggings hilft Schlaganfallpatienten beim Gehen

*Textilbasierte Sensoren und Elektroden für die funktionelle Muskelstimulation*

Chronische Schädigungen des Nervensystems durch Multiple Sklerose oder Schlaganfälle können die Mobilität der Betroffenen stark einschränken – zum Beispiel durch eine sogenannte Fußheberschwäche, die das Gehen erschwert. Die Betroffenen können den Fuß nicht mehr richtig anheben, was zu Stürzen führen kann. Zwar gibt es inzwischen Geräte, die die Nerven elektrisch reizen und die Muskulatur unterstützen. Doch die Geräte für diese sogenannte funktionelle Elektrostimulation (FES) werden in der Regel mit einer Manschette am Bein befestigt und sind damit recht auffällig. Im ZIM-Projekt SmartMediTex hat das ITM daher zusammen mit der Firma warmX, der Dresden Elektronik Ingenieurtechnik sowie dem Universitätsklinikum Carl Gustav Carus ein neues FES-Konzept erarbeitet, bei dem die Elektronik in eine Funktionsleggings eingearbeitet ist. Dazu wurden in die Leggings Dehnungssensoren integriert, die Bewegungen wahrnehmen und klassifizieren können. Über Elektroden wird dann eine dazu passende Stimulation ausgelöst, damit

der Patient seinen Fuß hebt. Auch diese Elektroden sind textilbasiert und in die Leggings eingearbeitet. Schlüssel zum Erfolg war die hochflexible Flachstricktechnik mit der die Projektpartner elektrisch leitfähiges Garn gezielt in Maschenreihen- oder Maschenstäbchenrichtung anordnen konnten. So ließen sich die Dehnungssensoren und Elektroden exakt positionieren. Insgesamt steigert das Textil den Tragekomfort deutlich. Die Leggings verfügt über weitere textile Sensoren, die die Bewegungsdaten aufnehmen und daraus mithilfe eines Algorithmus das Gangbild der Patienten analysieren.



## Rezyklate für vielfältige Leichtbauanwendungen

*Industriekooperation fertigt Vliesstoffe aus gebrauchten Hochleistungsfasern*

Derzeit scheitert der industrielle Einsatz von Leichtbaulösungen oft an den hohen Material- und Herstellungskosten. Darüber hinaus sind das Recycling und die Wiederverwendung von Hochleistungsfasern nur eingeschränkt möglich. Im Projekt VliesComp arbeitet deshalb das STFI zusammen mit Industriepartnern wie Siemens daran, Rezyklate in verschiedenen Leichtbaulösungen wieder in den Markt zu bringen. Zunächst sollen Anforderungen an die Materialien, Prozesse und Komponenten definiert werden, um dann Material- und Prozesstechnologie für hybride Vliesstoffe zu entwickeln. Berücksichtigt wird dabei die digitale Wertschöpfung und der Aspekt Umwelt. Schließlich werden Bauteil-Demonstratoren gefertigt und bewertet. Es wurde bereits ein sogenanntes Leichtbaulagerschild für E-Motoren hergestellt, in dem Hybridvliesstoffe sowie auch Vliesstoffe auf Basis von 100 Prozent recycelten Verstärkungsfasern zum Einsatz kommen.

## Pilotanlage zur Herstellung von Textilfasern aus Buchenholz

*Kooperation von DITF und Technikum Laubholz*

Die Technikum Laubholz GmbH mit Sitz in Göppingen hat zusammen mit den DITF eine Pilotanlage zur Herstellung von Textilfasern aus Buchenholz eingeweiht. Damit sollen technisch neuartige Einsatzmöglichkeiten von Laubholz erschlossen werden. Im Fokus steht dabei, nachhaltige Verfahren zur Produktion von Celluloseregeneratfasern und von Carbonfasern auf Basis von Lignin und Cellulose technisch umzusetzen. Mit der Kooperation sollen Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung zügig zur Industriereife gebracht werden. Zum Einsatz kommt Holz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern in der Region.



*Lagerschild für E-Motoren aus recycelten Verstärkungsfasern*

## Europäisches Netzwerk für kreislauffähige Textilien

*17 Partner aus zehn Ländern*

Ein offenes Innovationsnetzwerk schaffen, um KMU dabei zu unterstützen, kreislauffähige und umweltfreundliche Materialien zu entwickeln; das ist das Ziel des europäischen Projekts Convert2Green, das am 1. Januar 2023 seine Arbeit aufgenommen hat. Das Projekt adressiert eine Vielzahl von Märkten, die von intelligenten Fahrzeugen über intelligente und nachhaltige Textilien bis zu sauberen Energielösungen und flexibler Elektronik reichen. Mit dabei sind 17 Partner aus zehn europäischen Ländern, die eine Reihe von technischen Einrichtungen für die Materialverarbeitung, das Upscaling, die Lebenszyklusbewertung oder auch die Bildung von Wertschöpfungsketten zur Verfügung stellen – darunter das TITV. Das TITV steuert eine verbesserte Einrichtung für Pilotlinien bei, die intelligente und funktionelle Textilien mit nachhaltigen und zirkulären Materialien produziert. Hinzu kommt ein Testlabor für die Entwicklung und Prüfung intelligenter Textilien. Die Produktion in der Pilotlinie wird am Beispiel eines „Smart Shirts“ demonstriert. Ein wichtiges Ziel ist dabei die Verringerung des Materialverbrauchs bei der Herstellung leitfähiger Garne. Zudem werden Oberflächenelektroden auf Bewegungsartefakte und entsprechendes Signalrauschen getestet.

# Investitionen in den Instituten

## Neue Thermobondinganlage am TFI

*Vollständige Prozesslinie für getuftete 3D-Strukturen*

Im Februar 2024 ist am TFI eine neue Thermobondinganlage in Betrieb genommen worden. Sie zeichnet sich durch ein Pulverstreuaggregat für Hotmelt-Klebstoffauftrag, eine verbesserte Materialführung und ein Infrarotfeld aus. Zusammen mit seinen Technikumsmaschinen zum Tuften, Beschichten und Trocknen steht also am TFI nun auch eine vollständige hochflexible Pilotinstallation zur Entwicklung und Herstellung getufteter dreidimensionaler Strukturen zur Verfügung.



*Die neue Thermobondinganlage des TFI*

## Robuste Leiterbahnen auf Textilien erzeugen

*Anlage kombiniert Pulverbeschichtung und Laser-Fixierung*

Sensoren und Aktoren in textilen Strukturen sind zunehmend gefragt. Man benötigt sie zum Beispiel in intelligenten Systemen für die Kommunikation mit RFID-Chips, die Energieübertragung oder auch für tragbare Feuchtigkeits- und Drucksensoren. Textilien mit leitfähigen Garnen, Drähten und Litzen sind jedoch nicht knickfest. Auch sind die Kontaktpunkte nicht zuverlässig. Im IGF-Projekt IndiPulaFix (22557 BR) entwickelt das TITV deshalb zusammen mit Partnern ein Verfahren, bei dem haltbare Schaltkreise mithilfe von Pulverbeschichtung und Laser-Fixierung hergestellt werden. Im Detail geht es um eine Anlage, die in einem Bauraum den elektrostatischen Pulverauftrag mit der CO<sub>2</sub>-Laser-Fixierung kombiniert. Ist das Pulver aufgetragen, wird es laser-

gesintert. Zum Einsatz kommen TPU-Pulver und Silberpartikel, die mit dem CO<sub>2</sub>-Laser auf das Textil aufgebracht werden. So ergeben sich flexible elektronische Schaltkreisstrukturen. Die Strukturen werden anschließend bewertet.



## Zusammensetzung von Recyclingmischungen bestimmen

*Röntgendiffraktometer analysiert Natur- und Kunststoffe*

Am TITK Rudolstadt ist ein Röntgendiffraktometer in Betrieb genommen worden, mit dem sich Natur- und Kunststoffe in Stoffmischungen identifizieren lassen. Das ist wichtig, um Textilien vor dem Recycling zu analysieren. Auch kann das Gerät die Zusammensetzung und Menge verschiedener Polymere in Textilien bestimmen. Darüber hinaus lassen sich stoffspezifische Konstanten in Natur- und Kunstfasern bestimmen sowie die Qualität von Faserchargen untersuchen. Schichtuntersuchungen an Mehrkomponentenwerkstoffen sind ebenfalls möglich. Das Gerät verfügt über Primär- und Sekundäroptiken, verschiedene Probenbühnen oder auch einen 2D-Detektor.



*Röntgendiffraktometer zur Charakterisierung von Textilien für das Recycling*



Die „textile Zelle“ zur Fertigung von Faser-verbundhalbzeugen wurde jetzt mit einer Roboteranlage zum Tape-Legen und -Wickeln komplettiert.

#### Roboteranlage zum Tape-Legen installiert

TITK komplettiert Anlage zur Fertigung von Halbzeugen

Faserverstärkte Halbzeuge werden für den Leichtbau immer wichtiger. Interessant sind vor allem Halbzeuge, in denen die Fasern in bestimmten Richtungen (unidirektional) ausgelegt werden, um Bauteile an bestimmten Stellen gezielt zu verstärken und den Lasten entsprechend zu dimensionieren. Daher hat das TITK seine „Textile Zelle“ zur Fertigung von faserverstärkten Halbzeugen jetzt um eine Roboteranlage zum Legen und Wickeln von Fasertapes erweitert. Bislang war die Zelle mit einem automatischen Cutter-System, einem Nähroboter und der nötigen Steuerungstechnik ausgestattet. Jetzt sind der Lege- und Wickelkopf, ein Hochleistungslaser und eine CAD/CAM-Schnittstelle für das Roboterprogramm hinzugekommen. In Kombination mit der neuen Anlagentechnik kann zudem eine am TITK bereits vorhandene Wickelachse genutzt werden. Damit steht dem Institut jetzt eine komplexe Fertigungszelle für die Herstellung von Faserverbundhalbzeugen und Bauteilen zur Verfügung.

#### Schmelzspinntechnik im Industriemaßstab

Erweiterung des Maschinenparks um Bikomponenten-Spinnanlage

Die DITF haben ihr Schmelzspinntechnikum modernisiert und maßgeblich erweitert – insbesondere um eine Bikomponenten-Spinnanlage. Der Ausbau macht es möglich, an neuen Spinnverfahren, Faser-Funktionalisierungen und nachhaltigen Fasern aus bioabbaubaren und biobasierten Polymeren zu forschen. Dabei setzen die DITF im Bereich Schmelzspinnen auf verschiedene Schwerpunkte: zum Beispiel die Entwicklung von Fasern für medizinische Implantate, die Entwicklung flammhemmender Polyamide und ihre Verarbeitung zu Fasern für Teppich- und Automobil-Anwendungen. Von Interesse sind ferner Fasern aus dem naturbasierten Rohstoff Polylactid sowie schmelzgesponnene Präkursoren für Carbonfasern. Und es wird an einer umweltfreundlichen Alternative zu Fasern aus erdölbasiertem Polyethylenterephthalat gearbeitet. Mit der Bikomponenten-Spinnanlage können Fasern aus zwei verschiedenen Komponenten hergestellt werden. Die Anlage verfügt zudem über das BCF-Verfahren (bulk continuous filaments), mit dem Fasern gebündelt und aufgebaut werden können. Auch eine Verarbeitung von Multifilament-Fasern ist möglich. Das Schmelzspinntechnikum hat Industriemaßstab und ist in dieser Größe für die deutsche Forschungslandschaft einzigartig. Damit steht ein hochmoderner Maschinenpark für die Entwicklung neuer Materialien und Chemiefasern zur Verfügung.



Das Technikum wurde um eine Bikomponenten-BCF-Spinnanlage der Firma Oerlikon Neumag erweitert.

# Investitionen in den Instituten



Die Möglichkeiten der neuen MDW®-Technologie

## Einzigartige Webanlage für Smart Textiles

*Einfache Fertigung von Heizelementen, Elektroden und Sensoren*

Für die Produktion von Smarten Textilien wie Heiztextilien, textilen Elektroden- und Sensoren oder auch Leuchtextilien, müssen Textilien an bestimmten Stellen verstärkt oder verziert werden. Dafür muss man Zusatzfäden, auch in mehreren Ebenen, in nahezu freier Geometrie einbringen können. Zudem muss oftmals gleichzeitig das Grundgewebe gebildet werden. Das TITV in Greiz hat dafür jetzt eine Multi-Directional-Weaving-Technologie-MDW®-Anlage der schweizerischen Firma Jakob Müller in Betrieb genommen. Diese Technologie ist so

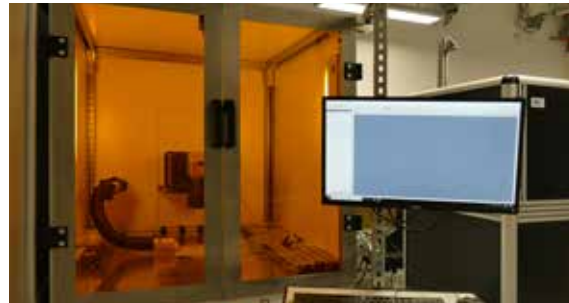
neu, dass sie bislang neben dem Standort in Greiz nur einmal in Japan installiert worden ist.

## Neue Räume für nachhaltige Lasertechnologie

*Vielfältige Ausstattung zur Bearbeitung von Textilien*

Laser werden vielfältig eingesetzt, um Textilien zu funktionalisieren. Darum hat auch das STFI erneut in die Technologie investiert und mit seinem „Labor für textile Laserforschung“ neue Arbeitsräume bezogen. Das Labor verfügt über verschiedene Anlagen zur Oberflächenbearbeitung, Mikrostrukturierung sowie zur chemischen Aktivierung. Dafür kommt ein UV-Laser mit 355 Nanometer Wellenlänge zum Einsatz, der im Nanosekundenbereich arbeitet. Hinzu kommt eine Diodenlaser-Schweißanlage für Folien und für Membranschweißanwendungen. Zudem verfügt das Labor über eine Testanlage für Schutztextilprüfungen, die unter anderem am STFI mitentwickelt wurde. Kürzlich ist in dem Labor eine Designstudie für ein Raumdekorelement gefertigt worden, das über die sogenannte Cyanotypiefärbung per UV-Laserstrahlung digital belichtet wurde. Dieser Färbeprozess ist besonders umweltschonend.

*Die neue Anlage steht seit September 2023 im TITV.*

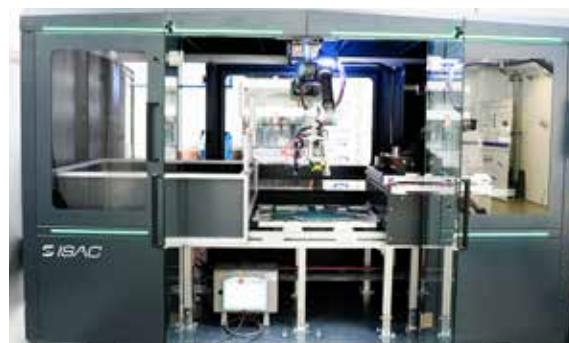


Die Anlage für Schutztextilprüfungen im Labor für textile Laserforschung des STFI

## Smarte Textilien trennen und aufbereiten

*Roboterassistierte Sortieranlage für das Recycling von Wearables*

Im September hat das TITV mit seinem Smart-AutoSort-System eine Anlage in Betrieb genommen, die elektronische Textilien automatisch trennt und wieder aufbereitet. Damit lassen sich die Wertstoffe anschließend wieder in den Kreislauf zurückführen, um neue Smart-Textiles-Produkte herzustellen. Die Anlage verfügt unter anderem über einen 100-Watt-Laser, ein präzises Linearachssystem, eine Siemens-Steuerung und eine Nah-Infrarot-Kamera, mit der Textilien präzise analysiert werden können. Zudem sind ein optischer Abstandssensor und ein Metaldetektor integriert. Die Textilien werden per Hand in die Maschine eingelegt und im Eingabebereich flach ausgebreitet. Das Textil durchläuft computergesteuerte Scansvorgänge. Dabei erfassen verschiedene Sensoren eine Vielzahl von Bildinformationen, einschließlich Lageerkennung und Typisierung der Textilien. Die Trennung der Textilien erfolgt durch einen Schneid-Laser. Zum Einsatz kommt dabei ein kollaborativer Roboterarm, der mit verschiedenen Greifersystemen ausgestattet ist. Er ergreift die getrennten Textilien und überwacht den Vorgang. Die Textilteile werden dann in fünf programmierbare Sammelstellen für verschiedene Materialtypen einsortiert.



# Forschung: neue + ungewöhnliche Anwendungsgebiete

## Schutz vor Diebstählen von Lkw-Ladungen

*Textilien zeitgleich auf Stich- und Schnittfestigkeit testen*

Durch den Diebstahl von Lkw-Ladungen entstehen allein in Deutschland jedes Jahr sehr hohe Schäden. Besonders beliebt ist unter den Dieben das sogenannte „Planenschlitzen“, mit dem die Abdeckplanen der Fahrzeuge gewaltsam geöffnet werden. Folge der Diebstähle sind Reparaturen, Produktions- und Transportausfälle und mehr. Eine Möglichkeit, die Schäden zu begrenzen, sind hochwirksame Schutztextilien. Bisher gab es jedoch kein Prüfverfahren, mit dem sich die Stich- und Schnittschutzwirkung der Textilien in einem Rutsch testen lässt. Daher wurde am STFI im Projekt VaDiTEST ein innovativer Prüfstand entwickelt, der eine quantitative Messung der Stich- und Schnittkräfte ermöglicht und den Schutz der Textilflächen vor diesen Schäden in einem kombinierten Prüfablauf erfasst. Das ist wichtig, da Diebe beim Durchschneiden der Planen Stiche und Schnitte nacheinander ausführen. Die neue Anlage berücksichtigt diese Bewegungsabläufe und macht es dadurch möglich, Schutztextilien zuverlässig zu bewerten. Der Spannrahmen der Prüfvorrichtung ist transportabel, sodass Proben einfach und schnell vorbereitet werden können. Das Textil kann mit einer definierten Vorspannkraft eingespannt werden, um Testergebnisse zu reproduzieren und vergleichbar zu machen. Geprüft werden Textilien mit unterschiedlichen Oberflächen und Dicken bis zu 30 Millimeter.



*Prüfstand am STFI für Stich- und Schnittprüfung: Einstechen der Prüfklinge*

## PapierEvents - Rezyklierbare Event- und Messemöbel aus Papier

*Nachhaltige und attraktive Bauteile dank Strukturwickelverfahren*

In der Messe- und Veranstaltungsbranche fällt viel Abfall an. Daher sind Möbel sinnvoll, die sich schnell abbauen und platzsparend lagern lassen – oder einfach entsorgt und recycelt werden können. Papier ist hier der ideale Rohstoff. Er ist vielerorts verfügbar und nachwachsend. Darüber gibt es für Papier etablierte Recyclingsysteme. Daher haben die DITF gemeinsam mit ihren Projektpartnern ein recyklerfreundliches Baukastensystem für Messemöbel entwickelt. Die Möbel haben eine außergewöhnliche Optik, die durch ein spezielles Strukturpulververfahren erzeugt wird; eine Technologie, die an den

DITF entwickelt worden ist. Während des Projektes PapierEvents wurde auch die Rezyklierfähigkeit aller hier entwickelten Grundelemente untersucht. Da Messemöbel oftmals mit Sensor- und Lichtfunktionen ausgestattet werden, wurden auch diese rezykliergerecht umgesetzt. Die Sensorfäden für die Erkennung von Berührungen bestehen ebenfalls aus Papier und sind in die Bauteile integriert. Als Beispiel wurde eine Theke gefertigt, die weniger als zehn Kilogramm wiegt. Die Einzelteile lassen sich problemlos in Standardpaketen verschicken. Alle Teile sind mehrfach verwendbar.



*Detailansicht eines Strukturpulverelements aus Papier*



*Pyramidenförmiger Aufsteller und beleuchtete Theke aus Papier*

# Forschung: neue + ungewöhnliche Anwendungsgebiete

## Künstliche Haut für Roboter

*Sensorische Oberflächen für die Arbeit in rauen Umgebungen*



*Der Touchsensor funktioniert*

Roboter, die sich von allein durch die Umgebung bewegen, benötigen Berührungssensoren, um Hindernisse zu erkennen oder Gegenstände greifen und untersuchen zu können. Diese sind beispielsweise für Erkundungs- und Serviceroboter unverzichtbar. Damit sie im Alltag lange funktionieren, müssen diese Sensoren besonders robust und strapazierfähig sein. Im Verbundprojekt „Bionic RoboSkin“ werden derzeit autonome Roboter entwickelt, die mit einer solchen Oberfläche ausgestattet sind – der Roboter „Manta“ für die Erkundung unter Wasser und der Roboter „Dachs“, der Bodenstrukturen an Land untersuchen soll. Dem TITV kam im Projekt die Aufgabe zu, die textile Sensorhaut zu entwickeln und zu

fertigen. Dazu gehörte die Integration leitfähiger Strukturen und Sensoren sowie deren Kontaktierung. Die textilen 3D-Strukturen wurden aus Abstandsgewirken hergestellt. So konnten ihre Dicke und Elastizität individuell definiert werden. Mit der Materialauswahl wurden auch die Anforderungen an Haltbarkeit und Stabilität erfüllt. Die leitfähigen Strukturen und Sensorelemente wurden aufgestickt. Das ermöglicht ein freies, formenunabhängiges Platzieren der Leiterstrukturen und der elektronischen Bauteile. Das Konsortium hatte sich für einen mehrlagigen Aufbau entschieden. Eine äußere Textillage dient als mechanische Schutzschicht. Unter dieser wurden in einer separaten Funktionsschicht das Bussystem zur Kommunikation und die textilen Sensorelemente integriert. In ersten Tests ist die funktionelle 3D-Sensorhaut bereits mit Erfolg geprüft worden.

## Ein Leben nach der Fritteuse

*DTNW untersucht Potenzial von Speiseölen für die Textilchemie*

Inwieweit lassen sich gebrauchte Speiseöle für die wasserabweisende Beschichtung von Textilien nutzen? Dieser Frage gehen derzeit Forscher des DTNW nach. Zum Einsatz kommen



*Gebrauchtes Speiseöl wird bereits gesammelt und recycelt.*

dabei bestimmte Moleküle aus den Ölen, die sogenannten Akrylmonomere. Erste wissenschaftliche Ergebnisse zeigen, dass sich diese und verwandte Monomere prinzipiell aus Speiseöl herstellen lassen. Doch stellt sich die Frage, ob künftig kontinuierlich ausreichende Mengen an Altölen für die industrielle Nutzung verfügbar sein werden. Zwar wird Altöl aus der Gastronomie bereits von verschiedenen Firmen gesammelt, aufbereitet und überwiegend zur Herstellung von grünem Treibstoff wiederverwendet. Da die Nachfrage nach Biodiesel jedoch potenziell rückläufig ist, untersucht das DTNW jetzt in Kooperationen mit Unternehmen, wie groß die Märkte und die Verfügbarkeit von Altölen für eine alternative Nutzung in der Feinchemikaliensynthese sind. Ein positives Beispiel ist die österreichische Seifenfabrik Strohmeier, die seit 1947 Alt Speiseöle und -fette nutzt, um daraus nach alter Tradition hochwertige Verseifungsprodukte herzustellen. Die Ergebnisse des Projekts sollen es KMU im Bereich der Textilchemie ermöglichen, künftig kostengünstige, hochwertige, nachhaltige und biologisch abbaubare chemische Produkte aus Altölen herzustellen.

## Nachhaltiges Kunsthaar aus Lyocell

*Vermeidung von Haarabfall aus PVC und Acryl*

In Zusammenarbeit mit dem TITK hat die Unternehmensgründerin Cosima Richardson das erste hautfreundliche, nachhaltige Kunsthaar entwickelt. Es basiert auf den aus Cellulose hergestell-

*v. l.: Eine neue Quelle für Chitin und Chitosan: die Schwarze Soldatenfliege. | Chitosan in Formpress-teilen als Matrix | Monofilamente aus Chitin-Melanin*



*Cosima Richardson freut sich über den Publikumspreis beim Thüringer Technologiewettbewerb*



*Hier im Gespräch mit Thüringens Wirtschaftsminister Wolfgang Tiefensee (2. v. r.) und TITK-Direktor Benjamin Redlingshöfer (r.)*

ten Lyocellfasern. Solche Kunsthaare sind ein wichtiger Bestandteil der afrikanischen Haarkultur. Doch die derzeit verfügbaren Produkte bestehen meist aus PVC oder Acryl – synthetischen Polymeren, die aus fossilen Energieträgern gefertigt werden. Allein in den USA und Europa fallen pro Jahr schätzungsweise sechs bis acht Millionen Kilogramm Kunsthaarfälle an. Erschwerend kommt hinzu, dass die Inhaltsstoffe dieser Materialien toxisch, hormonell wirksam oder sogar krebserregend sein können. Auch sind sie nur schwer recycelbar. Mit der Faser aus Lyocell soll sich das ändern. Das für die Haare verwendete Lyocell besteht aus regenerierter Cellulose, die in einem umweltschonenden Verfahren aus FSC-zertifiziertem Holz gewonnen wird. Mit ihrem neuen Kunsthaar hat Cosima Richardson von der Firma Kynd Hair beim Thüringer Technologiewettbewerb „Get started 2gether“ im vergangenen Jahr den Publikumspreis gewonnen.

### Fasern aus Insektenchitosan spinnen

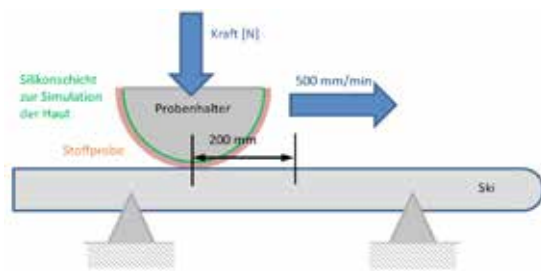
*Fliegen als alternative Rohstoffquelle zu Krebstieren aus Asien*

Chitin ist eines der verbreitetsten Biopolymere mit vielfältigen Anwendungsfeldern und wirtschaftlicher Relevanz. Chitin und die verwandte

Verbindung Chitosan werden derzeit vor allem aus Krustentierschalen der asiatischen Lebensmittelindustrie gewonnen. Angesichts der begrenzten Verfügbarkeit als Folge verminderter Fangquoten, langer Transportwege und steigender Schwermetallbelastungen ist es aber sinnvoll, neue Chitinquellen in Europa zu erschließen. Eine Alternative ist Chitin aus Insekten. Und so hat sich im Projekt Insectmutter ein interdisziplinäres Konsortium zusammengefunden, um diese Quelle verstärkt zu nutzen. Mit dabei war die Firma Madebymade, die aus der schwarzen Soldatenfliege Insektenproteine für die Futtermittel- und Düngerproduktion gewinnt. Im Projekt wurde erstmals untersucht, wie gut sich die Larvenhüllen für die Gewinnung von Chitin und Chitin-Melanin eignen. Melanin ist ein Pigment das in der Kosmetik, für Papier sowie Kinderspielzeug verwendet wird. Analysiert wurden zunächst die Biomasseströme der Insektenproduktion bezüglich Chitin, Chitosan und Melanin. Auch wurden spezielle Extraktionsprozesse entwickelt, die zwischen 40 und 60 Prozent Chitin, 20 bis 30 Prozent Chitosan und vier Prozent Chitin-Melanin liefern. Das entspricht der Ausbeute herkömmlicher industrieller Produktionen wie etwa bei Shrimps. Im Fokus stand auch die Kreislaufführung der Abwasserströme. Hierfür wurden Proteine und Fette über einen Neutralisationsschritt ausgefällt. Die verwendeten Chemikalien wurden über Ultrafiltration zurückgewonnen und für weitere Produktionsschritte verwendet. Aus dem Insektenchitosan werden jetzt am ITM Fasern gesponnen.



# Alleinstellungsmerkmale



Skiunterwäsche ist ein wichtiger Bestandteil der Ausrüstung. Sie kann vor gefährlichen Schnittverletzungen schützen.

Prinzip des Schnitttests mit Unterwäsche (Probe) und dem Ski

## Fünf Sterne für die Sicherheit auf Skipisten

DITF führen für internationalen Skiverband Tests zu schnittfester Unterwäsche durch

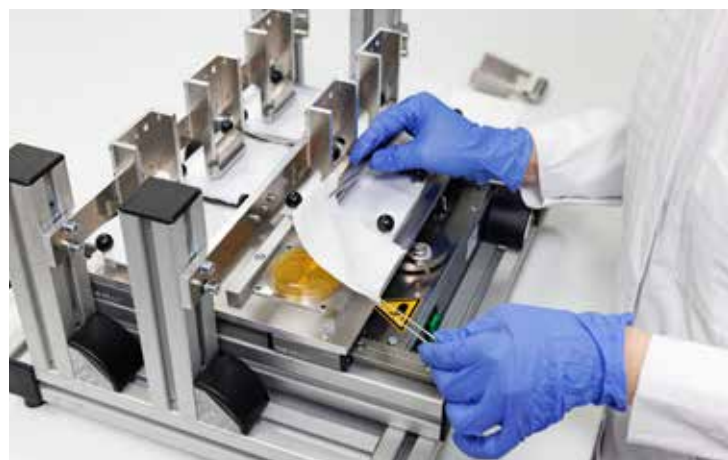
Die Gefahr von Schnittverletzungen durch Skikanten wird häufig unterschätzt. Einen guten Schutz bietet schnittfeste Skiunterwäsche, die die Sportler vor lebensbedrohlichen Wunden bewahren kann. Um zu untersuchen, wie leistungsfähig die Unterwäsche ist, führen die DITF für den internationalen Skiverband „Fédération Internationale de Ski“ (FIS) und Textilhersteller Tests an den Materialien für schnittfeste Unterwäsche durch. Bestehen sie die Tests, erhalten sie das FIS-Label in Form einer 5-Sterne-Skala. Die Prüfungen für das Gütezeichen sind anspruchsvoll. Die Forscher der DITF variieren die Druckkraft, mit der die Skiunterwäsche von einer frisch geschliffenen Skikante durchtrennt wird. Auch die Schnittgeschwindigkeit ist genau definiert. Hält die Unterwäsche einem Druck von 100 Newton (zehn Kilogramm) stand, gibt es einen Stern. Für jede weitere 100 Newton wird ein weiterer Stern vergeben – bis zu fünf Sternen.

## Reinraumbekleidung zuverlässiger prüfen

Realitätsnahe Bewertung des Keimdurchgangs

Bei der Herstellung steriler Arzneimittel und auch in anderen LifeScience-Bereichen stellen Bakterien, Hautschuppen und Faserteilchen, die von Personen und deren Bekleidung abgegeben werden, eine Gefahr für die im Reinraum hergestellten Produkte dar. Reinraumbekleidung schützt davor, dass diese Partikel und Bakterien von den Mitarbeitern in den Reinraum gelangen. Zuvor muss jedoch durch eine Barriereprüfung getestet werden, wie gut die Kleidung Bakterien und Partikel zurückhält. Zu diesem Zweck wird der „Keimdurchgang“ durch das Reinraumbeklei-

dungstextil ermittelt. Doch die bisher eingesetzten Prüfmethode für den Bakteriendurchgang sind nicht realitätsnah genug. Das Prüflabor Biologie und das Prüflabor für Reinraumtextilien der DITF haben deshalb zusammen mit der Firma Dastex-Reinraumzubehör ein neues biologisches Verfahren für Reinraumbekleidungstextilien entwickelt: die realitätsnahe (ReBa<sup>2</sup>)-Prüfmethode. Zur Beurteilung der Barrierefunktion der Reinraumbekleidung wird dabei die Tragesituation weitgehend realistisch abgebildet. Berücksichtigt wird die mechanische, flächige Belastung unter Bewegung bei frei wählbarer Belastungsdauer und bei mäßiger Feuchte im Testsystem. Diese Parameter lassen sich beliebig einstellen. So können unter anderem auch das Schwitzen oder ein Benetzen der Reinraumbekleidung durch Flüssigkeitsspritzer untersucht werden.



Bestimmung des Keimdurchgangs mit dem ReBa<sup>2</sup>-Prüfgerät





