

FOKUS FORSCHUNG

DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL- UND FASERFORSCHUNG DENKENDORF

DITF
REPORT

März 2021 – Nr. 1

100 Jahre Richtung Zukunft

DITF Denkendorf feiern ihr 100-jähriges Jubiläum

Die Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf feiern dieses Jahr ihr 100-jähriges Jubiläum. 1921 wurde mit der Gründung des Deutschen Forschungsinstituts für Textilindustrie in Reutlingen der Grundstein gelegt. Heute bilden die DITF das größte Textilforschungszentrum Europas.

forschung. Mit produkt- und technologieorientierten Innovationen und Prüfleistungen unterstützen die DITF die Wirtschaft und leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und Standortsicherung. Mit klarer Ausrichtung auf neue Schlüsseltechnologien und Zukunfts-

Ideenreichtum, ihr Wissen und ihre Schaffenskraft. Ihre große Gemeinschaftsleistung ist die Grundlage unseres Erfolgs. Ich denke aber auch an unsere zahlreichen Industrie- und Wissenschaftspartner sowie an die Unterstützer aus der Politik, ohne die diese Entwicklung nicht möglich gewesen wäre“.



100 JAHRE TEXTIL- UND FASERFORSCHUNG

Gründungsgedanke 1921 war die Unterstützung der Industrie durch unabhängige Forschungsarbeit. Im Blick zurück zeigt sich, wie exzellent dies gelungen ist. Mit zahlreichen Produktinnovationen und Entwicklungserfolgen entwickelte sich das Forschungsinstitut rasch zum wichtigen Impulsgeber für die Textilindustrie.

Der Anspruch der Gründerväter kennzeichnet bis heute die Denkendorfer Textil- und Faser-

felder sind die DITF heute Innovationsmotor der deutschen Wirtschaft und Ideengeber für textile Innovationen.

„Die DITF feiern mit dem Jubiläum vor allem die vielen Menschen, die die 100 Jahre erfolgreiche Forschung begleitet haben“, betont Professor Dr. Götz T. Gresser, Vorstandsvorsitzender der DITF. „Allen voran denke ich hier natürlich an unsere engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, an ihren

Mit der traditionsreichen Vergangenheit im Rücken erarbeiten die DITF auch in Zukunft Lösungen für die Herausforderungen von morgen, eröffnen neue Wege, damit textile Ideen und Technologien schnell und effizient in Industrie und Gesellschaft ankommen. Das verspricht Zukunft, die wir mit Freude und großer Begeisterung angehen. Let's celebrate the textile future!

INHALT

Jubiläum DITF
Seite 1-5

**Kompressionstextilien
und Leuchten aus
Papiergarn**
Seite 6-7

**Textil 4.0 Infrastruktur/
Projekt HEREWEAR**
Seite 8-9

**Nachhaltige
Faserforschung**
Seite 10-12

Textile Meilensteine

Was heute dank moderner Textil- und Verfahrenstechnik in vielen Anwendungsfeldern faserbasierter Werkstoffe möglich ist, war 1921 noch völlig unvorstellbar. Meilensteine dokumentieren den rasanten Fortschritt und wichtige Errungenschaften in der Textilforschung von 1921 bis heute. Sie führen uns wichtige Erfolge des vergangenen Jahrhunderts vor Augen und zeigen uns Perspektiven für die Zukunft auf.

Die DITF Festschrift „100 Jahre Textil- und Faserforschung“ trägt die Meilensteine von den Anfängen bis heute zusammen. Sie berichtet in einer Chronik über namhafte Erfinder und Persönlichkeiten und stellt wichtige Erfindungen und Entwicklungen vor, die aus ihr hervorgegangen sind. Sie reichen von neuen flammgeschützten Polyamidfasern bis zur Carbonfaser aus nachwachsenden Rohstoffen, von neuen Spinnverfahren bis zu innovativen 3D-Webstrukturen, vom textilen Implantat bis zum energieeffizienten textilen Eisbärhaus. (Download unter ditf.de/100-Jahre)

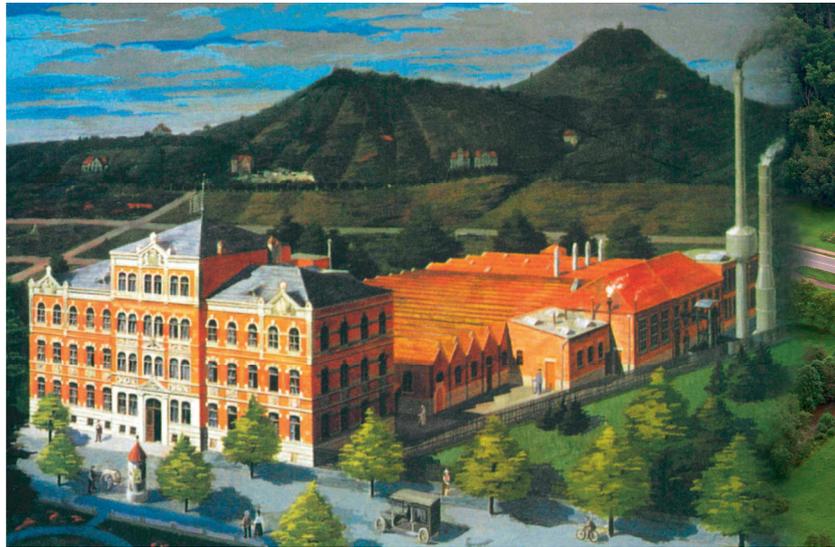
DITF.100

LET'S CELEBRATE THE TEXTILE FUTURE!

An der damals bedeutendsten textilen Lehranstalt Deutschlands, dem Reutlinger Technikum für Textilindustrie, wird 1921 das Deutsche Forschungsinstitut für Textilindustrie gegründet. Heute sind die Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung, wie sie seit dem Umzug nach Denkendorf zu Beginn der 1980er-Jahre heißen, das größte Textilforschungszentrum in Europa. Die Arbeitsgebiete reichen von der Grundlagenchemie und den grundlegenden textilen Verfahrenstechniken über textile Prüfleistungen bis zur industriellen Anwendung. Durch Wissensmanagement und digitale Modellierung neuer Produkte und Prozesse wird die Umsetzung in die Praxis unterstützt. Die DITF sind ein Motor für Innovationen entlang der gesamten textilen Wertschöpfungskette und für textile Lösungen in Schlüsseltechnologien wie Medizintechnik, Leichtbau und Mobilität.

Damals

Um der aufkeimenden Textilindustrie im ländlich geprägten Königreich Württemberg eine Basis zu geben, wird auf Initiative der Zentralstelle für Gewerbe und Handel 1855 in Reutlingen eine Webschule gegründet. Daraus entwickelt sich in wenigen Jahren eine alle textilen Prozesse umfassende Lehranstalt. Im Reutlinger Technikum für Textilindustrie werden Spinner, Weber, Wirker, Veredler sowie Labor- und Führungskräfte für die Textilindustrie in ganz Europa ausgebildet.



Prof. Dr.-Ing. E.h. Otto Johanssen (1864-1954), Leiter des Technikums von 1892 bis 1932, treibt auch die Forschung voran. 1894 habilitiert er sich an der Technischen Hochschule Stuttgart und übernimmt als Professor Lehrverpflichtungen an der Hochschule. Noch vor dem ersten Weltkrieg wird am Technikum ein Staatliches Prüfam für Textilstoffe eingerichtet. Die Gründung des lange angedachten Forschungsinstituts verzögert sich aufgrund des Krieges bis 1921.

Dann aber wird das Reutlinger Technikum mit dem Prüfam und dem Forschungsinstitut für lange Zeit zum Schrittmacher für die Entwicklung der prosperierenden Textilindustrie. Auch das Aufgabenspektrum der Forschung wächst, vor allem im Bereich Chemie. 1936 wird am Forschungsinstitut eine eigene Abteilung für Textilchemie eingerichtet. Ihr Leiter, Prof. Dr. Hermann Rath, wird 1962 auf den neu eingerichteten Lehrstuhl für Textilchemie an der TH Stuttgart berufen. Mit ihm zieht auch das Institut für Textilchemie nach Stuttgart um. Dort übernimmt Prof. Dr. Paul Schlack, Erfinder der Perlonfaser, die Abteilung für Chemiefasern, die 1968 ebenfalls zu einem eigenständigen Institut für Chemiefasern wird.

Der wirtschaftlichen Entwicklung folgend verliert das Reutlinger Technikum, inzwischen Staatliche Ingenieurschule, allmählich seinen textilen Schwerpunkt. Ende der 60er-Jahre werden der allgemeine Maschinenbau und kurz danach betriebswirtschaftliche Fächer als neue Fachbereiche eingeführt. 1971 schließlich geht das Technikum in der neu gegründeten Fachhochschule für Technik und Wirtschaft, heute Reutlingen University, auf.

Aus der Krise
gegründet

Denkfabrik für
die Textilindustrie

Kompetenz
im Zentrum



Heute

Auch für die Textilforschung beginnt in den 70er-Jahren eine neue Ära. Die Verantwortlichen suchen nach einem Standort, an dem die Institute aus Reutlingen und Stuttgart zusammengeführt werden sollen. Die Wahl fällt auf Denkendorf. Hier besteht im Körschtal seit 1937 ein Forschungsinstitut, das zunächst auf die Zellwollspinnerei und nach dem Krieg allgemein auf Chemiefaserforschung spezialisiert ist. Und

hier ist Platz für Neubauten, für die der Landtag 1978 die Gelder bewilligt. Nach der Fertigstellung 1983 sind die Textil- und Faserchemie und die Textiltechnik als Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung institutionell und auch wieder räumlich unter einem Dach vereint.

Was dann beginnt, kann man eine Erfolgsgeschichte nennen, auch wenn die Rahmenbedingungen nicht einfach sind: Die europäische Textilindustrie ist im Zuge der Globalisierung einem teils schmerzlichen Strukturwandel unterworfen. Die klassische Bekleidungsproduktion wandert in Niedriglohnländer ab. Um den wirtschaftlichen Wandel zu bestehen, sind neue Produkte und innovative Verfahren gefragt. Die Denkendorfer Institute leisten dabei entscheidende Hilfestellung.

Über die klassische Textilchemie und Textiltechnik hinaus müssen neue Forschungsbereiche erschlossen werden. Vor allem Textilien für technische Anwendungen rücken in den Fokus: Fasern und Textilien werden heute als Hochleistungswerkstoffe konzipiert und gezielt für Schlüsseltechnologien wie Architektur, Maschinenbau, Fahrzeugbau, Luft- und Raumfahrt, Medizin, Umwelttechnik etc. entwickelt. Um dieses Aufgabenspektrum zu bewältigen, ist auch die Zahl der Mitarbeitenden kontinuierlich gewachsen: Sind zur Zeit der Gründung des Forschungszentrums in Denkendorf etwa 100 Personen beschäftigt, so arbeiten heute über 250 wissenschaftliche und technische Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den übergreifenden Forschungsbereichen Chemie, Verfahrenstechnik und Management Research an textilen Zukunftsthemen.

DITF.100

LET'S CELEBRATE THE TEXTILE FUTURE!



Aus dieser Schule wächst bis zum ersten Weltkrieg das Reutlinger **Technikum für Textilindustrie**: ein umfassendes textiles Ausbildungszentrum, auch für Studierende der nahen Technischen Universität Stuttgart. Geplant ist zudem ein von der Lehre unabhängiges Forschungsinstitut. Das jedoch wird erst nach dem Krieg Wirklichkeit: Am 10. Januar 1921 wird das **Deutsche Forschungsinstitut für Textilindustrie in Reutlingen-Stuttgart** durch Entscheidung des Staatsministeriums als Stiftung des öffentlichen Rechts offiziell gegründet.



Fast zeitgleich entsteht in Denkendorf mit der **Zellwolle-Lehrspinnerei GmbH** eine staatliche Forschungseinrichtung speziell für Viskosefasern. Hier arbeitet man daran, diese neue teilsynthetische Faser aus heimischen Rohstoffen in der Textilindustrie zu etablieren. Nach dem 2. Weltkrieg werden die Aktivitäten auf alle modernen Chemiefasern ausgeweitet.

In der Epoche der Industrialisierung nimmt die Textilbranche eine Vorreiterrolle ein. Die handwerkliche Textilherstellung reicht zur Versorgung der schnell wachsenden Bevölkerung nicht mehr aus. Um Gewerbe und Industrie zu entwickeln, ist gutes Fachpersonal nötig. Dafür wird 1855 in Reutlingen eine Webschule eröffnet. Hier werden Spinner, Weber, Wirker, bald auch Textilveredler und Führungskräfte für die Textilindustrie ausgebildet.



Das Technikum für Textilindustrie wird in die neu entstehende Hochschule Reutlingen integriert. Das **Institut für Textil- und Verfahrenstechnik** wird unabhängig und erweitert sein Arbeitsfeld: Neben der klassischen Textiltechnik werden Umwelttechnik, Medizintextilien, Datenverarbeitung und Management wichtig. Zugleich werden Pläne für ein umfassendes Textilforschungszentrum entwickelt und schließlich Denkendorf als neuer Standort gewählt.

1921

1936

1937

1962

1970

1983



Das Forschungsinstitut und das Reutlinger Technikum legen die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen für die aufstrebende Textilindustrie. Immer mehr spielen dabei auch chemische Fragen eine Rolle. Seit 1936 gibt es eine eigene Forschungsabteilung für Textilchemie.



An der TH Stuttgart wird ein Lehrstuhl für Textilchemie eingerichtet und mit dem Leiter der Abteilung für Textilchemie des Reutlinger Forschungsinstituts besetzt. Es folgt der Umzug des **Instituts für Textilchemie** nach Stuttgart-Wangen. Hier entsteht 1968 außerdem ein **Institut für Chemiefasern**.



Mit der Fertigstellung der Neubauten im Körschtal entsteht durch Zusammenführung der Institute aus Reutlingen und Stuttgart das größte staatliche Textilforschungszentrum Europas: Die **Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf** bearbeiten Forschungsprojekte über die gesamte Wertschöpfungskette vom Rohstoff bis zum Produkt. Dabei stehen, um die Textilindustrie im Strukturwandel zu unterstützen, zunehmend technische Textilien im Fokus.



Mit der Ausgründung der *ITV Denkendorf Produktservice GmbH* als Transferzentrum wird die Entwicklung von Medizinprodukten ein wichtiges Standbein. Ein Jahr später werden mit der Gründung des *Zentrums für Management Research* die Weichen in Richtung Digitalisierung und Industrie 4.0 gestellt.



Mit dem *High Performance Fiber Center (HPFC)* wird an den DITF das erste öffentliche Forschungs- und Entwicklungszentrum für Hochleistungsfasern in Deutschland eröffnet. Hochtemperaturbeständige Keramikfasern und Carbonfasern aus natürlichen Rohstoffen sind Forschungsschwerpunkte.



Die DITF führen in der *Strategie 2021* die Forschungsbereiche *Chemie, Verfahrenstechnik* und *Management* noch enger zusammen: Sechs *Kompetenzzentren* für Bereiche mit thematischen Überschneidungen, vier *Technologiezentren* für spezialisierte Bereiche und ein *Dienstleistungszentrum* für Prüfangebote schaffen neue Synergieeffekte intern und nach außen.

2001

2003

2014

2017

2020

2021



Die chemischen Bereiche werden zum *Institut für Textilchemie und Chemiefasern* vereint. Gemeinsam setzt man neue Impulse im Bereich der Hochleistungswerkstoffe. Die technisch aufwendige Herstellung der Carbonfaser wird zu einem Schwerpunkt der Forschung.



Die DITF stellen ein neues Marketingkonzept vor: Drei Forschungseinrichtungen – eine Marke! Das neue Logo der DITF steht für das gesamte Forschungszentrum und repräsentiert alle Institute nach außen.

Die DITF sind erstmals Gastgeber der *ADD-ITC*: Im Kongresszentrum Liederhalle Stuttgart findet die *Aachen-Dresden-Denkendorf – International Textile Conference* statt. Über 600 Teilnehmende aus 28 Ländern diskutieren an zwei Tagen über aktuelle Themen der textilen Welt.



100 Jahre DITF: Aus den ersten Anfängen in Reutlingen hat sich ein international anerkanntes Forschungszentrum entwickelt. Mehr als 250 Menschen sind auf allen Gebieten der Textil- und Faserforschung tätig. Über drei Lehrstühle sind die DITF mit der Universität Stuttgart verbunden. Vieles hat sich verändert – doch im Grunde gilt noch immer, was 1921 in §1 der Satzung festgelegt wurde: *„Das Forschungsinstitut hat die Aufgabe, die textilen Faser- und Ersatzrohstoffe, die Fabrikation von Textilien und das textile Maschinenwesen im Laboratorium wie im fabrikatorischen Betrieb im engen Zusammenwirken mit den beteiligten Industrien zu erforschen und die Ergebnisse seiner Forschung in geeigneter Weise zur Kenntnis der beteiligten Kreise zu bringen.“*

Heizbare Kompressionstextilien für Training und Regeneration

Integration leitfähiger Garne in hochdehnbare textile Flächen

Funktionelle Sporttextilien versprechen Leistungssteigerung. Sie werden inzwischen nicht nur von Profis genutzt, sondern sind im Freizeitsport angekommen. Beim Training und der anschließenden Regeneration spielen Kompression und Wärme eine wichtige Rolle. Die DITF entwickeln im Rahmen eines Forschungsprojektes Sporttextilien, die mit Hilfe von beheizbaren Garnen Kompression mit aktiver Wärme kombinieren.

Kompressionstextilien stimulieren nachweislich die Gewebedurchblutung und unterstützen den Lymphabfluss. Dadurch werden die Muskeln effektiver versorgt und entgiftet. Nach der sportlichen Betätigung bewirkt Wärme eine schnelle Regeneration von Muskeln, Sehnen und Faszien. Sie steigert das Wohlbefinden und kann sogar den Heilungsprozess beschleunigen, wenn beim Training im Muskel



Dehnbar und stabil: Demonstrator einer textilen Heizung

feine Risse oder Entzündungen entstanden sind.

Für Kompressionstextilien haben sich maschentechnologische Fertigungsverfahren etabliert. Heizbare Kompressionstextilien werden auf Flachstrickautomaten in einem Stück als „full garment“-Teil entwickelt. Dabei müssen empfindliche, dehnstarke, leitfähige Garne in hoch-

dehnbare textile Flächen integriert werden. Sporttextilien sind großen thermischen, chemischen und mechanischen Belastungen ausgesetzt. Die Kombination von häufigem Waschen, mechanischer Belastung und Schweiß stellen hohe Anforderungen an das Material.

Im Projekt wird deshalb vor allem der Verschleiß von leitfähigen

Garne untersucht. Damit das Textil in der Praxis bestehen und marktfähig werden kann, wird neben dem optimalen Garn auch ein robustes, textiles Zuleitungskonzept entwickelt, das die Heizflächen mit Energie versorgt. Optimierte Strickbindungen haben die Aufgabe, Kurzschlüsse zu verhindern und sorgen dafür, dass sich das Textil nicht lokal erhitzt, also keine sogenannten „Hotspots“ entstehen. Neben den Textilien wird im Projekt auch die Elektronik zur Energieversorgung entwickelt. Das Forschungsprojekt wird im Rahmen des Zentralen Innovationsprogrammes Mittelstand (ZIM) gefördert. Projektpartner sind warmX aus Apolda und das Ingenieurbüro Günter aus Esslingen.

Kontakt:
oswald.rieder@ditf.de

Honorarprofessur für Prof. Dr. Markus Milwich

Die Hochschule Reutlingen würdigt Prof. Dr. Markus Milwich mit einer Honorarprofessur für sein besonderes Engagement sowie als wichtigen Partner der Fakultät Textil & Design. Der Forscher aus Denkendorf war in den vergangenen fünf Jahren im Rahmen einer nun auslaufenden „Shared Professorship“ Professor an der Fakultät Textil & Design der Hochschule Reutlingen. Bereits seit mehr als 20 Jahren engagiert sich Markus Milwich, zunächst als Lehrbeauftragter, für und an der Fakultät. Durch sein großes Engagement und sein umfassendes Netzwerk konnten während seiner „Shared Professorship“

erfolgreich Forschungspartner vermittelt und Forschungsprojekte angestoßen werden. Außerdem bildet er eine wichtige Brückenfunktion zwischen der Fakultät und den DITF, an die er nun vollumfassend zurückgekehrt ist.

Aufgrund der Aktualität der Themen und der Nähe zur Forschung sind seine Vorlesungen im Bereich der technischen Textilien bei Studierenden besonders beliebt. Prof. Dr. Milwich wirkte zudem von Beginn an im Lehr- und Forschungszentrum „Interaktive Materialien“ (IMAT) mit und engagierte sich im Rahmen der Studienkommission des Masterstudiengangs



Prof. Dr.-Ing. Markus Milwich

„Interdisziplinäre Produktentwicklung“.

Die Fakultät, die dieses Jahr bereits erfolgreich die Weichen zum Aufbau des Texoversums

gestellt hat, würdigt Milwich durch Verleihung der Honorarprofessur für sein besonderes Engagement und als weiterhin wichtigen Partner der Fakultät.

Lichterlebnisse leicht wie Papier

Wohlfühlatmosfera mit Leuchten aus Papiergarn – ökologisch und nachhaltig

Der Klimaschutz und die Umweltbelastung durch Mikroplastik erfordern neue Ideen, wie nachwachsende Ressourcen sinnvoll genutzt werden können. Der nachwachsende Rohstoff Papier ist in Form von Altpapier auch ein urbaner Rohstoff mit etablierten Recyclingprozessen. Die DITF haben gemeinsam mit Projektpartnern diesen natürlichen Werkstoff in Form von Papiergarnen verarbeitet und daraus formschöne Leuchten entwickelt. Das Ergebnis des durch die DBU geförderten Forschungsprojekts „Papierlicht“ sind nachhaltige Produkte mit ansprechendem Design, die kostengünstig hergestellt werden können. Die Leuchten sind zudem recycelfähig.

Die Forscher an den DITF haben Papiergarn mit Hilfe der Struktur-

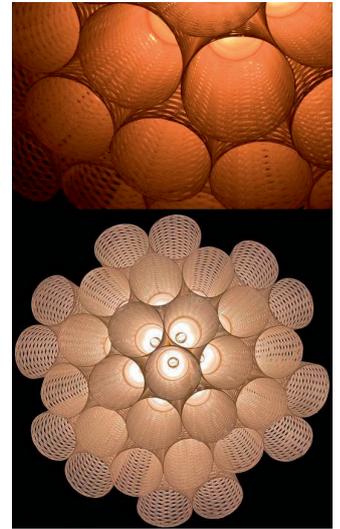


Demonstratorleuchte „FIVE STEMS“

spultechnologie zu sehr leichten Strukturkörpern verarbeitet. Der Herstellungsprozess ist so flexibel, dass viele verschiedene Formen möglich sind und das Licht je nach Anwendungsgebiet unterschiedlich gelenkt werden kann. Die entsprechenden lichttechnischen Kennwerte wurden an den DITF ermittelt. Aus den Papiergarnen werden mit einer neuartigen Methode dreidimensionale Körper gefertigt. Die Garne werden mit einem Klebstoff fixiert, der ebenfalls aus nachwachsenden und abbaubaren Rohstoffen besteht. Auf die sonst übliche tragende Grundstruktur aus Metall bei Leuchten kann verzichtet

werden. Das hat gleich mehrere Vorteile für die Umwelt: Durch den Wegfall von Draht entsteht bei der Herstellung weniger Kohlenstoffdioxid. Bei der von den DITF entwickelten Leuchte THIRTY-ONE werden dadurch mehr als zwei Kilogramm CO₂-Äquivalente eingespart – pro Stück! Ohne Metallstruktur wiegen die Papierlampen auch deutlich weniger und können leichter transportiert werden. Nach der Nutzung können die Leuchten in das Kreislaufsystem eingebracht werden.

Das Forschungsteam hat drei Demonstratorleuchten aufgebaut, die zeigen, welche Möglichkeiten unterschiedliche Garn-



Demonstratorleuchte „THIRTY-ONE“

stärken, Farben und die verschiedenen gespulten Strukturen eröffnen. Darüber hinaus zeigen die ermittelten mechanischen Kennwerte heute schon ein großes Potenzial für die Nutzung in anderen Anwendungsfeldern wie beispielsweise für Konstruktionsbauteile. Hierfür stehen an den DITF viele Funktionsmuster zur Verfügung.

Kontakt:
christoph.riethmueller@ditf.de



Herstellung eines Lampenschirms:
Strukturpulvorgang

Stärker aus der Krise: Invest_BW

Branchenoffenes, einzelbetriebliches Förderprogramm für Unternehmen

Um in der pandemiebedingten Krisensituation die Innovationskraft mittelständischer Unternehmen zu stärken und der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage einen kräftigen Schub zu geben, hat das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg mit Invest_BW das größte branchenoffene einzelbetriebliche Investitions- und Innovationsförderprogramm in der Geschichte Baden-Württembergs aufgesetzt. Ziel ist es, Wert-

schöpfung und Arbeitsplätze im Land zu halten. Das Land stellt dafür insgesamt 300 Millionen Euro aus der Rücklage „Zukunftsland BW – Stärker aus der Krise“ zur Verfügung. Seit Mitte Januar können Anträge für das branchenoffene Programm für Unternehmen aller Größen gestellt werden.

Im Rahmen der Innovationsförderung können Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsvorhaben, einschließlich Prozessinnovationen beziehungsweise

nichttechnische Innovationen und Dienstleistungsinnovationen mit einem maximalen Förderzuschuss von fünf Millionen Euro gefördert werden. Antragsberechtigt für die Förderlinie „Invest BW für Innovationsvorhaben“ sind Unternehmen, bei Verbundvorhaben auch zusammen mit gemeinnützigen, außer-

universitären Forschungseinrichtungen. Hier kommen die DITF ins Spiel: Gerne initiieren wir mit Ihnen ein Verbundprojekt, begleiten Sie von der Idee über die Antragsphase bis zur Umsetzung. Sprechen Sie uns an!

Kontakt:
goetz.gresser@ditf.de

invest  **bw**

Stärkung der Textil 4.0-Infrastruktur

Digitalisierung, Industrial IoT und Microfactory in neuen Räumlichkeiten

Digitales Engineering und digital vernetzte Produktion sind zentrale Konzepte im Rahmen der Industrie 4.0, die in den vergangenen Jahren am Zentrum für Management Research für die Textil- und Bekleidungsindustrie entwickelt und exemplarisch auch auf Leitmesse realisiert wurden. Die neuen Möglichkeiten, die sich hierdurch bieten, führen weltweit zu einer Veränderung der Strategiediskussion mit Fokus auf Nearshoring, regionaler Produktion und digital vernetzten Lieferketten.

Dank der Förderung durch futureTEX im Programm „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“ des BMBF ist nun eine dauerhafte Realisierung eines Textil 4.0-Multifunktionslabors an den DITF möglich. In dieser modernen, flexiblen Laborumgebung finden neben dem Microfactory-Ansatz viele Forschungsthemen rund um Digitalisierung ihren Platz.

Förderprogramm futureTEX

futureTEX ist in diesem Programm ein interdisziplinäres Kompetenznetzwerk aus Industrie- und Forschungspartnern aus der Textilbranche. Es unterstützt den Wandel der tradi-

tionsreichen Textilbranche im Zeitalter der Digitalisierung zu einem zukunftsfähigen Industriepartner – mit Technischen Textilien (TechTex) als Fundament.

Ein wichtiges Element dieser Strategie ist hierbei der Aufbau und Ausbau eines nachhaltigen Forschungsnetzwerkes mit führenden Instituten der Textilindustrie. Um dies zu ermöglichen, wurden von den DITF ca. 160 m² Laborfläche zur Verfügung gestellt, die im Rahmen eines Investitionsprojektes für die neue Nutzung mit einer komplett neuen Infrastruktur ausgestattet wurden. Investitionen in Höhe von ca. 500.000 Euro wurden in diesem Programm zur Sicherung der Textil 4.0 Infrastruktur für den Schwerpunkt „Durchgehend digitales Engineering“ an den DITF bereitgestellt.

Durchgehend digitales Engineering

Der Aufbau des Multifunktionslabors sowie die Integration der fünf Schwerpunktfelder (siehe separate Box) ermöglichen es den DITF, zentrale Forschungsthemen der Zukunft gemeinsam mit Partnern zu bearbeiten. Die Fokussierung der DITF



Neues Textil 4.0-Multifunktionslabor an den DITF

auf das durchgehende digitale Engineering für individualisierte Produkte in Microfactories und agilen Fertigungssystemen ist Ergebnis langjähriger erfolgreicher Forschungs- und Entwicklungspartnerschaften. Diese Alleinstellung spiegelt sich auch im Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum *Textil vernetzt* außer-

halb des futureTEX-Netzwerkes wider, an dem Forschungsinstitute dieses Netzwerkes ebenfalls beteiligt sind.

Branchenfokussierte Lösungen

Durch das neue Multifunktionslabor wird es den DITF in einem noch größeren Spektrum möglich, die zunehmende Forderung von Konsumentinnen und Konsumenten nach individuell gestaltbaren Produkten zusammen mit produzierenden Unternehmen als Forschungs- und Umsetzungsschwerpunkte zu erarbeiten. Hier gilt es, mit branchenfokussierten Lösungen die durch kurze Produktlebenszyklen, kleine Losgrößen bei gleichzeitig steigender Variantenvielfalt bestimmte Komplexität in horizontalen und vertikalen textilen Wertschöpfungsketten zu beherrschen.

Kontakt:
alexander.artschwager@ditf.de

Zentrale Forschungs- und Handlungsfelder im Textil 4.0 Multifunktionslabor @ DITF:

1. Durchgehendes Engineering in „Scan-to-Factory-Prozessen“ durch
 - a. Erweiterung der Fertigungsinfrastruktur
 - b. Anbindung an Serviceplattformen
 - c. Automatisierung mit Hilfe von Objekterkennung
2. Systeme für die Mensch-Maschine-Interaktion zur Konzipierung, Umsetzung und Validierung von Kollaborationssystemen und Sicherheitskonzepten
3. Rechner, Sensor- und Aktorinfrastruktur in agiler Laborumgebung für Big Data-Ansätze und Cloud-Computing für maschinelles Lernen sowie Integration von Cloud-Anwendungen
4. KNX-Gebäudeautomation mit Schnittstelle zur Prozessautomatisierung für eine enge Verzahnung der Umwelt mit den Gebäude- und Produktionsprozessen
5. Digitalisierung von Materialcharakterisierung und Laborprozessen im Umfeld des durchgehenden digitalen Engineerings, um digitale Zwillinge und damit rein virtuelle Entwicklungsprozesse, die mit den realen Produktionsprozessen gekoppelt sind, zu ermöglichen.

Projekt HEREWEAR

Bio-basierte, lokale und kreislauffähige Textilien

Die DITF sind Partner im kürzlich gestarteten EU Horizon 2020 Projekt HEREWEAR. Innerhalb dieses Innovationsprojekts streben die DITF als Teil eines europäischen Konsortiums – koordiniert durch Centexbel – die Entwicklung biobasierter kreislauffähiger Textilien an. Das HEREWEAR-Projekt zielt auf die Schaffung einer europäischen Kreislaufwirtschaft für lokal produzierte Textilien und Bekleidung aus biobasierten Ressourcen ab. Dies soll durch einen ganzheitlichen Ansatz realisiert werden, der alle notwendigen Ebenen abdeckt: Auf der technischen Seite werden neue nachhaltige Technologien für das Nass- und Schmelzspinnen von Cellulose und biobasierten Polyestern, für die Garn- und Stoffproduktion sowie für die Beschichtung und Färbung entwickelt und im halbindustriellen Maßstab erprobt. Des Weiteren wird angestrebt, die Mikrofaserfreiset-

zung beim Waschen und Tragen durch Maßnahmen entlang des textilen Herstellungsprozesses deutlich zu reduzieren. Darüber hinaus prüft HEREWEAR die Maximierung der Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit der produzierten Kleidung durch regionale Wertschöpfungsstrukturen mittels vernetzter Produktionsressourcen in Micro-

factories. Elementar sind dabei die digitale Durchgängigkeit und Transparenz zur Rückverfolgbarkeit sowie die konsequente Ausrichtung auf Produktion „on demand“. Darüber hinaus werden Richtlinien bereitgestellt, mit denen Modeartikel kreislauffähig designt und entwickelt werden. Hierbei liegt der Fokus auf biobasierten



Materialien und Wiederverwendung/Recycling. Die teilnehmenden Bekleidungsunternehmen werden dies beispielhaft für Streetwear und Corporate Clothing demonstrieren.

Die DITF sind für das Nassspinnen von Cellulosefilamenten aus biobasierten Abfallströmen und Meeresabfällen unter Verwendung ihrer patentierten HighPerCell®-Technologie verantwortlich sowie zur Etablierung der textilen Kreislaufwirtschaft auf Basis der DITF Digital Textile Microfactory-Struktur für neue lokale/regionale zirkuläre Wertschöpfung.

Das HEREWEAR-Konsortium ist stark KMU-getrieben und umfasst 8 KMU und 1 Großunternehmen. Diese werden durch 6 Forschungseinrichtungen ergänzt. HEREWEAR wird von der Europäischen Union kofinanziert.

Kontakt:
dieter.stellmach@ditf.de



HEREWEAR: Ganzheitlicher Ansatz zur Etablierung eines EU-Marktes für lokal produzierte Textilien aus lokal gewonnenen biobasierten Materialien

DITF erhalten IFAI Expo Show Stopper Award

Auszeichnung UV-härtbarer Polymere zur Verwendung in Kompositsystemen



Die IFAI EXPO zählt zu den wichtigsten Leitmesen für technische Textilien und intelligente Werkstoffe. Seit fast 100 Jahren ist die Messe wichtiger Marktplatz namhafter Hersteller von Spezialtextilien für technische Anwendungen. Die „Industrial Fabrics Association International“ ist sowohl Namensgeber wie auch Organisator der Messe. In diesem Jahr fand die Messe wegen der Einschränkungen durch die Corona-Pandemie als

„virtual event“ in Form einer reinen Online-Veranstaltung statt. Im Rahmen der Veranstaltung wurden in einem „Show Stopper Award“ die besten Produkte aus verschiedenen Kategorien prämiert. Mit der Vorstellung ihrer neu entwickelten UV-härtbaren Polymersysteme für Faserverbundwerkstoffe hatte die Arbeitsgruppe von Dr. Reinhold Schneider Erfolg: Das Produkt erhielt den Messepreis in der Kategorie „Chemicals, Coatings and Compounds“. UV-härtbare Polymere sind eine Neuheit auf dem Gebiet der faserverstärkten Verbundwerkstoffe. Die Verwendung derartiger

Matrixmaterialien trägt dabei, Energiekosten und Taktzeiten in der Herstellung zu reduzieren. Der geringe apparative Aufwand einer UV-Fixiereinheit macht die neuartigen Matrix-

Polymere auch für Hersteller von Kleinserien wirtschaftlich attraktiv.

Kontakt:
Reinhold.Schneider@ditf.de



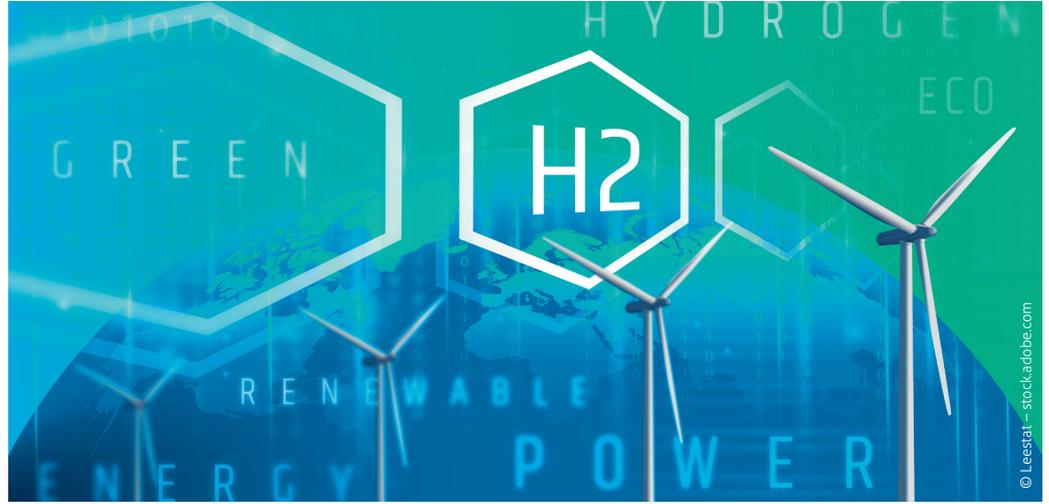
Glasfaserverstärkter Verbundwerkstoff mit UV-härtbaren Polymeren

Elektrolyse made in Baden-Württemberg

DITF entwickeln Technologie für neue, verstärkte Membranen für Elektrolyseure

Sonnenenergie und andere regenerative Energiearten stehen stellvertretend für die Energiewende in Deutschland. Die Wasser-Elektrolyse ist eine Schlüsseltechnologie, die die Energiewende bei der Speicherung gewonnener Energie – einer bekannten Schwachstelle regenerativer Energiegewinnung – unterstützen soll. Wasserstoff ist ein Sekundärenergieträger, der aufgrund seiner hohen Energiedichte eine effiziente Energiespeicherung ermöglicht. Deshalb kann die Wasser-Elektrolyse einen entscheidenden Beitrag zur Klimaneutralität leisten.

Wasserstoff ist ein sauberer Energieträger. Bei der Umwandlung zu Strom in einer Brennstoffzelle zeichnet er sich durch eine sehr hohe Energieausbeute aus. Wasserstoff ist außerdem transportabel und kann damit vor Ort bei den Verbrauchern eingesetzt werden. Besonders wichtig ist die Wasserstofftechnologie für energieintensive Industriezweige wie die Stahlerzeugung oder beim Betrieb von Raffinerien. Aber auch für moderne Mobilitätslösungen steht Wasserstoff hoch im Kurs: als transportabler Energieträger,



der zudem lokal emissionsfrei ist.

Aufbau eines modernen Elektrolyseurs

Im Verbund-Forschungsprojekt „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ beteiligen sich die DITF am Aufbau eines hochmodernen Elektrolyseurs für die alkalische Wasserelektrolyse, der dem Technologietransfer in die Industrie dienen soll. Die Projektkoordination liegt beim Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), das den Demonstrator mit einer elektrischen Leistung von einem Megawatt aufbauen

wird. Aufgabe der DITF ist die Entwicklung und Herstellung vliesverstärkter Membranen für die Elektrolysezelle.

Die Wasserelektrolyse ist ein elektrochemischer Vorgang mit dem Ziel, Wasserstoff aus Wasser zu gewinnen. In einer Elektrolysezelle wird dabei Wasser auf elektrochemischem Wege aufgespalten und setzt gasförmigen Wasserstoff an einer Kathode und Sauerstoff an einer Anode frei. Anode und Kathode sind dabei durch eine Membran getrennt. Der Stromdurchgang wird durch die Membran nicht unterbrochen. Je nach Aufbau der Elektrolysezelle ermöglicht die Ionenleitfähigkeit der Membran den Austausch von Ionen. Die Membran ist gasdicht und verhindert damit die Durchmischung der entstehenden Gase an Anode und Kathode.

Derartige Membranen sind zwar bereits weit verbreitet, doch haben sie i.d.R. aufgrund ihrer Materialstärke einen relativ hohen ohmschen Widerstand. Ein entsprechend höherer Energieaufwand ist für die Elektrolyse notwendig. Dünne und hocheffiziente Membranen mit besseren elektrochemischen Eigenschaften sind dagegen bisher nicht robust genug, insbesondere bei deren Verwendung in

größeren Zellen. Sie sind empfindlich gegenüber mechanischen Belastungen und neigen zu Spannungsrissen.

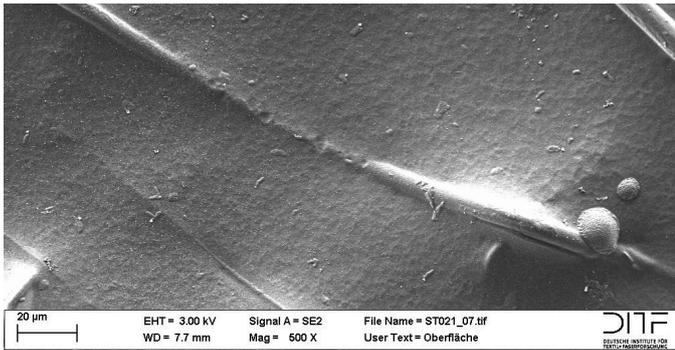
Verstärkte Membranen aus den DITF

An den DITF stellt man im Rahmen des Forschungsprojektes Membranen aus Polymeren her, die modifiziert werden und damit passgenau auf ihre Aufgabe abgestimmt sind. Die Membranen zeigen hervorragende elektrochemische Eigenschaften. Sie sind chemisch stabil im alkalischen Milieu, also unter den Bedingungen, die im Inneren der Elektrolysezelle herrschen. Die Membranen weisen außerdem eine gute Dauerbeständigkeit auf. Das bedeutet, dass sie auch unter dauerhafter Belastung nahezu fehlerfrei arbeiten. Die Membranen sind kostengünstig in der Herstellung und in der Nutzung.

Die mechanische Stabilität der Membran ist ein zentraler Punkt in der Entwicklung. Zum einen soll die Membran so dünn wie möglich sein, um hocheffizient zu arbeiten. Zum anderen sollte eine gewisse Dicke nicht unterschritten werden, um die mechanische Belastbarkeit zu gewährleisten. Die mechanische Belastung ist nicht zu vermeiden,

Projektinformation – auf einen Blick

Unter den Schlagworten „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ fördert das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg ein Verbund-Forschungsprojekt mit fünf Millionen Euro. Federführend ist das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW). Verbundpartner sind neben den DITF Denkendorf das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und die Hahn-Schickard Gesellschaft für angewandte Forschung (HS) in Stuttgart. Ziel ist die Entwicklung einer modernen, hocheffizienten Wasser-Elektrolyseanlage, die als Demonstrator für den Technologietransfer dienen wird. Die Technologie soll Anlagenbauer und Komponenten-Hersteller dabei unterstützen, sich im internationalen Wettbewerb vorteilhaft zu positionieren. Fachfirmen werden dabei von Anfang an in das Entwicklungsprojekt mit eingebunden. Das Projekt versteht sich als Initiator für eine hochmoderne Elektrolysefertigung in Baden-Württemberg.



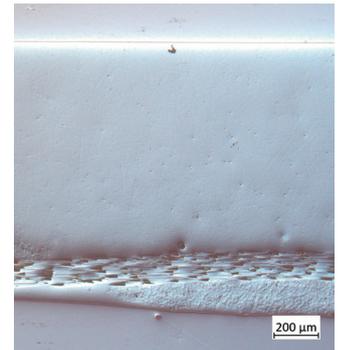
Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme der Membran

da bei der Blockmontage die Membranen mit den meist porigen, strukturierten Oberflächen der Elektroden im Block verpresst werden.

Um diese schwierige Situation zu entschärfen, schlagen die Forscher an den DITF einen besonderen Weg ein: Die Membranen können durch Einsatz von Vliesstoffen aus Feinstfasern (Faserdurchmesser 0,2 - 2 µm) mechanisch verstärkt werden. Die Entwicklung geeigneter Vliese, deren struktureller Auf-

bau und die Wahl ihrer chemischen Zusammensetzung sind dabei eine ebenso große Herausforderung wie die Herstellung der Membranen. Ein eigens entwickelter integrierter Verstärkungsrahmen aus Komposit-Materialien fängt zudem mechanische Druckbelastungen ab und schützt die Membran zusätzlich. Neben der reinen mechanischen Stabilisierung wird es möglich sein, mit Hilfe der Vliese den Wasserstoffdurchtritt durch die Membran

zu verringern. Die Grenzfläche zwischen Membran und Vlies hat im Aufbau dieses Verbundes eine besondere Bedeutung: Der elektrische Übergangswiderstand muss hier gering gehalten werden, um die Effizienz der Zelle nicht zu beeinträchtigen. Durch die Wahl des Materials für die Vliesstoffherstellung oder durch eine Oberflächenbehandlung des Vlieses lässt sich hierauf Einfluss nehmen. So werden die elektronischen Eigenschaften aber auch die Faser-Matrix- (bzw. Faser-Membran-) Haftung, die entscheidend für eine Stabilitätserhöhung ist, sichergestellt und weiterentwickelt. Die Zusammenführung derart unterschiedlicher Materialien wie einer elektrochemischen Membran und eines textilen Vliesstoffs ist ein sehr anspruchsvolles Unterfangen. Umso beachtenswerter sind die ersten erfolgsversprechenden Laborergebnisse. Erste vliesverstärkte



Mikroskopischer Querschnitt von glasfaserverstärktem Verbundstoff nach UV-Härtung

Membranen liegen vor und werden hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit erprobt. Jetzt wird es darum gehen, den Aufbau der Membranen zu optimieren. Zu einem späteren Zeitpunkt werden sie dann ihren Dienst tun – vorerst innerhalb des Demonstrators, der in diesem Verbundprojekt den Stand der Technik vorgeben wird.

Kontakt:
mark.steinmann@ditf.de

OxiCer – ein Netzwerk rund um die Faserkeramik

Entwicklung hochtemperaturbeständiger, faserverstärkter Oxidkeramik

Das Netzwerk „Entwicklung einer innovativen Großserientechnologie für faserverstärkte oxidkeramische Verbundwerkstoffe“ (OxiCer) ist 2020 an den Start gegangen. Drei Forschungseinrichtungen, 13 Klein- und mittelständische Unternehmen sowie 5 assoziierte Netzwerkpartner haben sich in diesem Netzwerk zusammengeschlossen, um gemeinsam die Entwicklung von hochtemperaturbeständiger, faserverstärkter Oxidkeramik voranzubringen. Auch die DITF Denkendorf sind mit dabei:

„Von der Beteiligung an dem Netzwerk versprechen wir uns fundierten, wissenschaftlichen Austausch mit anderen Forschungseinrichtungen und Firmen“, erläutert Dr. Bernd Clauß,

der die Keramikfaserentwicklung an den DITF seit Jahrzehnten führt. Gemeinsames Ziel des Netzwerks sei es, den Weg zu ebnen von der Grundlagenforschung hin zur Produktion in Großserie und der Vermarktung technischer Erzeugnisse. „Die Möglichkeit der Umsetzung unserer Forschungsergebnisse in hochwertige Produkte ist für unsere Arbeit eine große Motivation“, so Dr. Clauß. Effiziente und ressourcenschonende Herstellungstechnologien sollen dabei die Voraussetzungen schaffen für eine serientaugliche Produktion.

Im Mittelpunkt steht für die DITF dabei die Entwicklung oxidkeramischer Fasern basierend auf Mullit und Korund. Weiter verarbeitet zu faser-

keramischen Bauteilen sorgen sie für hervorragende Hochtemperaturbeständigkeit. Hohe Bruchfestigkeiten auch bei starker mechanischer Belastung und sprunghaften Temperaturwechseln zeichnen diese besonderen Werkstoffe aus.

Im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) wird das Netzwerk durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert. Die Koordination des Netzwerkes obliegt Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Professur Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung (SLK) der Technischen Universität Chemnitz. Projektträger ist die VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Derzeit erfolgt die Beantragung

des Netzwerkes in einer zweiten Phase.

Kontakt:
bernd.clauss@ditf.de



Brennerdüse aus DITF Keramikfasern „OxCeFi“, hergestellt von der Firma E.C. Pritzkow Spezialkeramik in Filderstadt



DITF starten Forschungsprojekte im Laubholztechnikum

Kooperationsvertrag mit dem Landwirtschaftsministerium Baden-Württemberg unterzeichnet

Baden-Württembergs Minister für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Peter Hauk, hat am 8. Februar 2021 einen Kooperationsvertrag mit den DITF Denkendorf unterzeichnet. Damit fällt der Startschuss für zwei Forschungsprojekte, welche die DITF im vom Land geschaffenen Technikum Laubholz bearbeiten werden. Im neu eingerichteten Forschungszentrum werden innovative Produkte und Verfahren auf der Basis von Laubholz entwickelt,



Holzzellstoff, gelöst in ionischer Flüssigkeit

welches aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern der Region stammt. Aufgabe der DITF ist es, ökonomische und ökologische Herstellungsverfahren für aus Buchenholz hergestellte Cellu-

lose- und Ligninfasern für technische Anwendungen zu entwickeln.

In energiesparenden, leichten Fahrzeugen werden Faserverbundwerkstoffe mit Carbonfasern eingesetzt, da diese hitzebeständig und belastbar sind. Mit Carbonfasern verstärkte Materialien gewinnen nicht nur im Fahrzeugbau und in der Raumfahrt, sondern auch im Bauwesen sowie in vielen anderen Branchen zunehmend an Bedeutung. Allerdings sind Carbonfasern derzeit noch sehr teuer. Bisher werden diese Fasern in erster Linie aus Polyacrylnitril hergestellt. Dieser Ausgangsstoff basiert auf Erdöl und bei der Herstellung von Carbonfasern aus diesem Präkursor entstehen giftige Nebenprodukte, die aufwendig gereinigt werden müssen. Eine Umstellung auf Cellulose- und Ligninfasern als Ausgangsstoff beseitigt diese Nachteile. Es werden Kosten gespart und gleichzeitig wird die Umwelt geschont.

Das Technikum Laubholz vernetzt acht Forschungsteams aus unterschiedlichen Instituten und

dient als Schnittstelle zur Industrie. Weitere Forschungsprojekte befassen sich mit der Entwicklung neuer Verfahren zur Herstellung von Biotensiden

und veganen Lebensmittelproteinen auf Basis von Holz.

Kontakt:
frank.hermanutz@ditf.de



ADD International Textile Conference 2021

Die zunächst für 2020 in Stuttgart geplante Aachen-Dresden-Denkendorf International Textile Conference findet nun vom 9. bis 10. November 2021 statt. Die Konferenz setzt mit vier parallelen Vortragssessions den Fokus auf aktuelle Forschungsprojekte und Entwicklungen von industrieller Relevanz. Exper-

ten aus den Bereichen Textilchemie, Veredlung und Funktionalisierung, Textilmaschinenbau, Verfahren und Composites referieren u.a. über Produkte, Technologien und Verfahren in den Anwendungsfeldern Medizintechnik, Textiles Bauen, Mobilität, Energie und Umwelt. Die diesjährige Konferenz wird von den DITF organisiert.

Anwenderforum

SMART TEXTILES



9. Anwenderforum SMART TEXTILES

Das Forum findet am 24. und 25. März 2021 als Online-Veranstaltung statt. In diesem Jahr stehen die Themen „Smarte Bekleidung und Accessoires“ sowie „Technologien/Smarte Ideen für Automotive“ auf dem Programm. Mit jeweils 3-stündigen Sessions an zwei Tagen werden

„Innovative Produkte mit intelligenten Funktionen“ vorgestellt. Angepasst an das Online-Format ergänzen Filmbeiträge, Showroom-Präsentationen und Produktpräsentationen die Agenda. Zusätzlich findet eine Podiumsdiskussion mit Vertretern aus der Industrie online statt. Veranstalter des Forums sind neben den DITF das Forschungskuratorium Textil e.V. und das Textilforschungsinstitut Thüringen Vogtland e.V.

DITF mit Innovationspreis Bioökonomie Baden-Württemberg ausgezeichnet

Die DITF gehören zu den fünf Gewinnern des „Ideenwettbewerbs Bioökonomie – Innovationen für den Ländlichen Raum“, der vom Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz Baden-Württemberg erstmals ausgerufen wurde. Ausgezeichnet wurden Beiträge zum Klimaschutz, zur Ressourceneffizienz, zum Schutz der Umwelt und der Biodiversität sowie zur Entwicklung des ländlichen Raums. Am 25. November 2020 wurde der Preis von Ministerial-



direktorin Grit Puchan während des 5. Bioökonomietags überreicht. Die DITF erhielten den Preis für ihre Forschung an nachhaltigen Carbonfasern (siehe obenstehenden Bericht zum Laubholzzentrum).

Der Pitch-Vortrag von Dr. Frank Hermanutz und Dr. Antje Ota erhielt außerdem den Publikumspreis der Veranstaltung.

DITF

DEUTSCHE INSTITUTE FÜR
TEXTIL+FASERFORSCHUNG

Körschtalstraße 26 | 73770 Denkendorf
T +49 (0)711 93 40-0
info@ditf.de | www.ditf.de

V.i.S.d.P: Peter Steiger

© Alle Rechte vorbehalten. Keine Vervielfältigung ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers.

Bildnachweis:
Alle Bilder, wenn nicht anders angegeben,
© DITF Denkendorf

Sie möchten den DITF Report zukünftig nicht mehr erhalten? Abmeldung bitte unter:
<https://www.ditf.de/newsletter>