



# SMART TEXTILES

Licht, Wärme, Daten aus der Faser



Kniebandage mit Textilsensoren für Reha und Prävention: Im BMWi-geförderten Projekt MOTEX entwickelten Forscher vom Fraunhofer IZM mit Kollegen u. a. vom belgischen Unternehmen Mobilab eine Bandage, die Fehlbelastungen vermeiden soll

(Titelfoto) Smart Textiles-Elemente leuchten wie Glühwürmchen: Nahaufnahme eines LED-verzierten Kleidungsstücks aus der Herbst-/Winterkollektion 2014 des Schweizer Modehauses Akris

# Textilien sind smart...

- ... wenn die Fahrradjacke auf der Seite blinkt, zu der der Radler abbiegen will,
- ... wenn der Teppich (im Seniorenheim) anzeigt, dass jemand gestürzt ist und Hilfe braucht,
- ... wenn die Fasertapete Raumtemperatur und Feuchtigkeit regelt,
- ... wenn das Rotorblatt des Windrades anzeigt, dass es gewartet werden muss,

... dann sorgen Smarte Textilien dafür, dass sensorische Eindrücke aufgenommen, weitergeleitet, verarbeitet und in Aktion umgesetzt werden. Manche dieser Funktionen existieren bereits in Prototypen, andere sind noch Zukunftsmusik.

Deutlich wird aber, dass Textilien diese Funktionen perfekt integrieren können. Wir tragen sie am Körper, oder sie sind bereits Bestandteil von Gebäuden, Autos und technischen Anlagen. Textilien revolutionieren das Bauen, sie sind wegen ihrer Leichtigkeit und Festigkeit bei allem bevorzugt, was sich bewegt: Weniger Gewicht braucht auch weniger Energie. Medizintextilien retten Leben, als antibakterieller Kittel oder als Implantat.

Es spricht alles dafür, dass diese Textilien weitere Funktionen aufnehmen, die heute noch separat

erledigt werden. Die Integration elektronischer Funktionen in Textilien gelingt über leitfähige Fasern und Mikrochips.

Wir fühlen Textilien. Textilien fühlen uns. Die Digitalisierung macht möglich, was vor zehn Jahren noch undenkbar erschien: Technik und Textil wachsen zusammen. In zehn Jahren werden wir wissen, dass Smartphones nur ein Übergangsphänomen waren: Anrufe, Videonachrichten oder Stadtkarten werden direkt auf die Ärmel unserer Jacken projiziert.

Dies wird auch die Produktion betreffen: Die Textil- und Modeindustrie 4.0 ermöglicht uns neue digitale Produkte, Prozesse und auch neue digitale Geschäftsmodelle.

Die vorliegende Broschüre gibt Ihnen einen Einblick in die vielseitige Textilforschung zu Smarten Textilien. Lassen Sie sich inspirieren!



**Ingeborg Neumann**  
Präsidentin des Gesamtverbandes  
der deutschen Textil- und Modeindustrie



**Franz-Jürgen Kümpers**  
Vorstandsvorsitzender  
des Forschungskuratoriums Textil

# Inhalt

- 1 Vorwort: Textilien sind smart ...**  
Von t+m-Präsidentin Ingeborg Neumann und  
FKT-Vorsitzendem Franz-Jürgen Kümpers
- 3 Definition gesucht**
- 4 Sport und Medizin als Treiber**
- 5 Sensor-Heizgewebe zur Schimmelprävention**
- 6 Intelligenz in der Faser**
- 10 Mensch Meyer: Papenburger Mobilitätsbotschaften**
- 13 Piezofäden als „Selbstversorger“**
- 14 Werkstoffwunderwelten: Wie Greizer Forscher Fasern zum Leiten brachten**
- 18 Fäden, die LEUCHTEN**
- 22 ITV Denkendorf: Licht an, Sonne auch**
- 26 Umfrage: Smartes Potenzial mit Volumen**
- 28 Wearables: Vernetzte Kleidung**
- 33 Recht smart: Juristische Aspekte leitfähiger Bekleidung**
- 34 Smartes aus der Ferne**
- 36 Interview mit Dr. Klaus Jansen (FKT): „Es bleibt viel zu tun“**
- 37 Herausforderungen an Forschung und Produktion weiterhin vielgestaltig**
- 39 Präzise sticken mit TFP**
- 40 Fäden, die WÄRMEN**
- 42 Fäden, die INFORMIEREN**
- 44 SmartTex-Netz: International am Faden 2.0**
- 46 Gelebter Transfer**
- 47 Airbag für Bauarbeiter**
- 48 Medizintextilien interaktiv**
- 51 Fäden, die STROM ERZEUGEN**
- 52 Ein Ziel: Produktion 4.0**
- 54 Fäden, die ALARMIEREN**
- 56 Ettlin AG: Leuchtstoffe für die Zukunft**
- 58 Textile Natives**
- 60 Impressum**

# Definition gesucht

Obwohl ihre Entwicklung schon gut anderthalb Jahrzehnte vorangetrieben wird, steht die Nutzung intelligenter Textilien noch ganz am Anfang. Sicher ist: Die „schlau“ Fasern und Stoffe werden nicht nur die Textil- und Modebranche revolutionieren. Smart Home- oder Industrie 4.0-Konzepte erfordern ebenso Smart Textiles-Komponenten wie Automotive-, Bau- und (Innen)Architekturlösungen von morgen; Medizin- und Energietechnik ebenfalls. Doch wie lässt sich der Allgemeinbegriff „Smart Textiles“ deuten?

» Die EU-Definition spricht von **passiven textilen Strukturen, die auf äußere Reize wie Druck, Temperatur, Licht oder Niederspannungsstrom ansprechen.**

» Am DITF in Denkendorf, dem größten europäischen Textilforschungsstandort, werden intelligente Textilien mit **multifunktionalen, hybriden Textilien** gleichgesetzt, **die unter Beibehaltung textiler Funktionalitäten auf Umgebungseinflüsse durch Wandlung als Leiter, Sensor oder Aktor reagieren.**

» Aus Sicht von Prof. Maike Rabe, Chefin des Forschungsinstituts für Textil und Bekleidung an der HS Niederrhein, sind Smart Textiles **Funktions-textilien, die aktiv mit ihrer Umgebung in Wechselwirkung treten. Das sind in der Regel elektrisch leitfähige Textilien, die sensorische Funktionen aufweisen und für verschiedene physikalische oder chemische Parameter empfänglich sind, oder textile Aktuatoren (Aktoren), die elektrische Signale in Bewegung umsetzen.**

» Aachener Textilforscher vom ITA an der RWTH definieren kurz und bündig: **Smart Textiles sind Textilien mit erweiterter Funktionalität, sie reagieren aktiv (mit Sensorik, Aktorik, externer Kommunikation bzw. interner Datenübertragung, Datenverarbeitung und/oder als Energiequelle) auf ihre Umwelt.**

» Für das in Weimar ansässige SmartTex-Netzwerk haben **Textilien mit einem innovativen Zusatznutzen, der auf neuen, intelligenten Funktionen des Basismaterials beruht**, einen hohen Innovationswert.

» Im Industriemuseum Chemnitz liest sich die Definition so: **Smarte Textilien können auf bestimmte Umwelteinflüsse mit einer angemessenen und sinnvollen Eigenschaftsänderung reagieren beziehungsweise interagieren. Diese Reaktionen können den Fluss von elektrischem Strom, Licht, Wärme und Teilchen beinhalten und zu Änderungen von Farbe, Permeabilität, Porosität, Steifigkeit, Form und Größe der Textilien führen.**

» Die Internetplattform ITWissen online formuliert detailliert: **Intelligente Textilien können mit elektrisch leitenden Fasern durchwebt sein, sie können aber auch elektronische Bauteile der organischen und gedruckten Elektronik enthalten, ebenso Mikroprozessoren oder miniaturisierte textilbasierte Sensoren und Aktoren, die auf bestimmte Körperfunktionen reagieren und entsprechende Signale oder Notrufe generieren. Dazu gehören textile Solarzellen, photochrome und elektrolumineszierende Textilien.**

# Sport und Medizin als Treiber



Textilexpertin mit weltweitem Blick:  
Virginia F. Bodmer-Altura

Aus Zürich meldet sich Virginia F. Bodmer-Altura jeden Dienstag mit dem englischsprachigen Textil-Newsletter „TextileFuture“ ([www.textile-future.com](http://www.textile-future.com)) zu Wort. Ihre Expertisen entlang der textilen Wertschöpfungskette werden in 110 Ländern gelesen. Vier «smarte» Fragen an die Herausgeberin.

## Sie haben die textile Welt im Blick. Woher kommen die Impulse für Smart Textiles?

Von Designern, aber auch von wissenschaftlichen Instituten oder IT-Konzernen. Treiber für technische Anwendungen sind auch die Bereiche Medizin (z. B. neuartige, sich selbstauflösende Textilien, die in D, CH, Japan und den USA entwickelt wurden) und Automotive (intelligente Sitze von US Johnson Control). Diverse Umfragen in den USA, Europa bzw. China und Asien zeigen, dass es vor allem jüngere, sportaktive Menschen sind, die zuerst nach intelligenten Textilien greifen. In Skandinavien ist dagegen zu beobachten, dass auch die ältere Generation aus medizinischen Gründen oder aus einem Sicherheitsbedürfnis heraus den intelligenten Textilien ebenfalls zugetan sind. Besonders in Finnland haben sich Gründerfirmen mit neuen Erfindungen dazu hervorgetan.

## Im deutschsprachigen Raum wird zu dem Thema viel geforscht und entwickelt. Was muss passieren, damit es zeitnah auch Produkte geben kann?

Diese Frage ist nicht so einfach zu beantworten. Zwar punktet Europa mit Forschungslösungen, doch ist und bleibt die Umsetzung problematisch. In der

D.A.CH.-Region gestaltet sich die Zusammenarbeit zwischen Forschung/Entwicklung und Unternehmen oftmals schwierig. Immerhin gibt es zahlreiche Bestrebungen, vor allem auf Seiten der Wissenschaft, Gemeinschaftsforschung und Entwicklung nahe der Industrie und länderübergreifend zu fördern. Auch private Trägerschaften bringen sich an der Stelle über Seminare, Ausstellungen und Vereinigungen ein.

## Können Sie Beispiele nennen?

Zu Smart Textiles kooperieren Textilforscher an der RWTH Aachen und die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich über ihr Institut Empa (Materials & Sciences). Die EU fördert ebenfalls über das Programm Horizont 2020. Zudem unterstützen Textilverbände und internationale Messen wie die Techtextil solche Unterfangen. Auf dem Weg von der Idee bis zum Produkt sind aber nicht nur gemeinschaftliche Zusammenarbeit und Standards wichtig, sondern ebenso Finanzen, Marketing und die Akzeptanz des Einzelhandels bzw. der Anwender gegenüber immer intelligenter werdenden Textilien.

## Welche Zukunft geben Sie Smart Textiles?

Persönlich bin ich überzeugt, dass technische Intelligenz sich zu einem eigenen Bereich innerhalb der Technischen Textilien entwickelt und das Tragen intelligenter Bekleidung in den nächsten zehn Jahren für den Konsumenten weltweit zu einer Selbstverständlichkeit wird. Die technische Weiterentwicklung, einschließlich Miniaturisierung, wird diesen Trend noch befeuern.

# Sensor-Heizgewebe zur Schimmelprävention

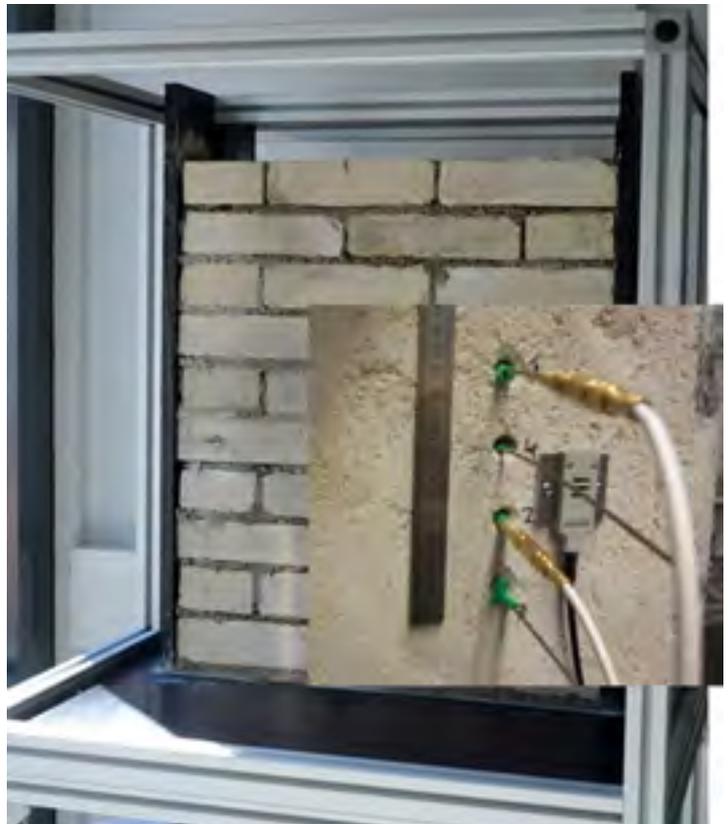
**„Hilfe, wir haben Schimmel hinter den Schränken!“ Schwarzer Schimmel in Wohnräumen kann fast ein Dutzend Ursachen haben. Inzwischen reift bei einem Textilhersteller aus Nordrhein-Westfalen ein Smart Textiles-Produkt heran, das der Schimmelbildung proaktiv vorbeugen kann: ein feuchtesensorisches und zugleich heizendes Gewebe. Es soll Ende 2017 auf den Markt kommen.**

In Rheine erwartet der Garn- und Gewebehersteller F.A. Kümpers von der Produktinnovation unter dem Arbeitstitel „MucorPrevent“ ein zusätzliches Umsatzstandbein. „Wir haben alle textiltechnischen Fragestellungen auch dank der Forschungsbegleitung durch das ITV Denkendorf gelöst“, sagt Geschäftsführer Joan-Dirk Kümpers. „Jetzt geht es noch darum, zusammen mit einer Fachhochschule in unserer Nähe für die elektrotechnische Anbindung des textilen Sensors zu sorgen und entsprechende Regeltechnik zu entwickeln.“

Schimmel wächst oft an der Innenseite von Außenwänden, wenn Temperaturen absinken und die steigende Luftfeuchtigkeit zur Kondensation von Wasser und damit zur Betauung von Wänden führt. Besonders kritische Stellen sind Raumecken und Wandbereiche hinter Schränken. Die Problematik verschärft sich in Altbauten zudem, wenn neue, dichte Fenster eingebaut werden oder der Mieter seine Wäsche in der Wohnung trocknet bzw. schlecht durchlüftet.



F.A. Kümpers-Geschäftsführer  
Joan-Dirk Kümpers



Noch Prototyp, bald Serienprodukt: proaktive Textilien zur Schimmelprävention in Denkmalschutzobjekten

Der innovative Ansatz von F.A. Kümpers, der mit Förderung des Bundeswirtschaftsministeriums zum Tragen kam: Gerade in Denkmalschutzobjekten, wo eine Außendämmung der Wände nicht möglich ist, gibt es einen vermehrten Bedarf an kostengünstigen Systemen zur Messung der Wandfeuchte mit gleichzeitiger temporärer Heizfunktionalität. Deshalb wurde ein Gewebepband mit sensorischen und leitenden Garnen entwickelt, das prototypisch bei denkmalgeschützten Werkwohnungen zum Einsatz kam. Verändert sich die Feuchtigkeit in der Garnumgebung, ändert sich auch die Kapazität der sensorischen Textilstruktur. Wird eine kritische Feuchtigkeitsstufe überschritten, aktiviert sich die Heizfunktion von selbst. Damit steigt die Temperatur im Wandbereich um wenige Grad Celsius mit dem Ergebnis, dass die relative Feuchte auf ein unkritisches Niveau sinkt und eine Betauung verhindert wird. Übers Jahr, so das Ergebnis eines Referenztests, stieg die Stromrechnung um nur drei Euro.

# Intelligenz in der Faser

**Smarte Textilien:** ++ heizende Autositzbezüge ++ Ambientebeleuchtung ++ sensorische Bauteilüberwachung ++ Schnittschutz ++ Solarthermie ++ Leuchtbekleidung ++ externe (Notruf)Kommunikation ++ Wearables ++ Datenverarbeitung ++ Energie erzeugende Markisen und Stadiondächer ++ Klimasysteme ++ Berufsbekleidung mit Warnfunktionen ++ dynamische Wandbeleuchtung ++ Nerven stimulierende Therapiehilfen ++ Vitalparametererfassung ++ Touchscreen ++ Energiespeicher ++ Flächenschalter ++ Bussysteme ++ textile Aktoren ++

» Schlaue Stoffe, intelligente Fasern, Hightech-Funktionen im Gewebe. Sie schlagen Alarm, messen Vitalparameter, leuchten, leiten und heizen: Die Rede ist von Smart Textiles, den neuen Stars der Textilbranche. Weil Bekleidungsstoffe, technische Gewebe und Hightech-Fäden nach langem Forschungsvorlauf – in Deutschland wurden die Grundlagen dafür in Thüringen bereits Mitte der 90er-Jahre gelegt – derzeit elektrisch und interaktiv werden, steigt die Nachfrage nach faserbasierter Intelligenz. Experten erwarten Markimpulse insbesondere für die Textil-, Elektronik-, Kunststoff- und Mikrosystemtechnikindustrie.

Zugehörig zu den technischen Textilien, die im Flugzeug- und Automobilbau bereits zum Leichtbau-Boom beigetragen haben, wird von Smarten Textilien künftig ein kräftiger Effizienzschub in zahlreichen Anwenderbranchen von Health Care, Arbeits- und Schutzbekleidung, Sport/Freizeit bis hin zu Industrie, Automotive, Bau und Militär/Verteidigung erwartet. Der von Textilforschern und Unternehmen gemeinsam mit Experten aus der IT und anderen Fachrichtungen von Europa, Asien und den

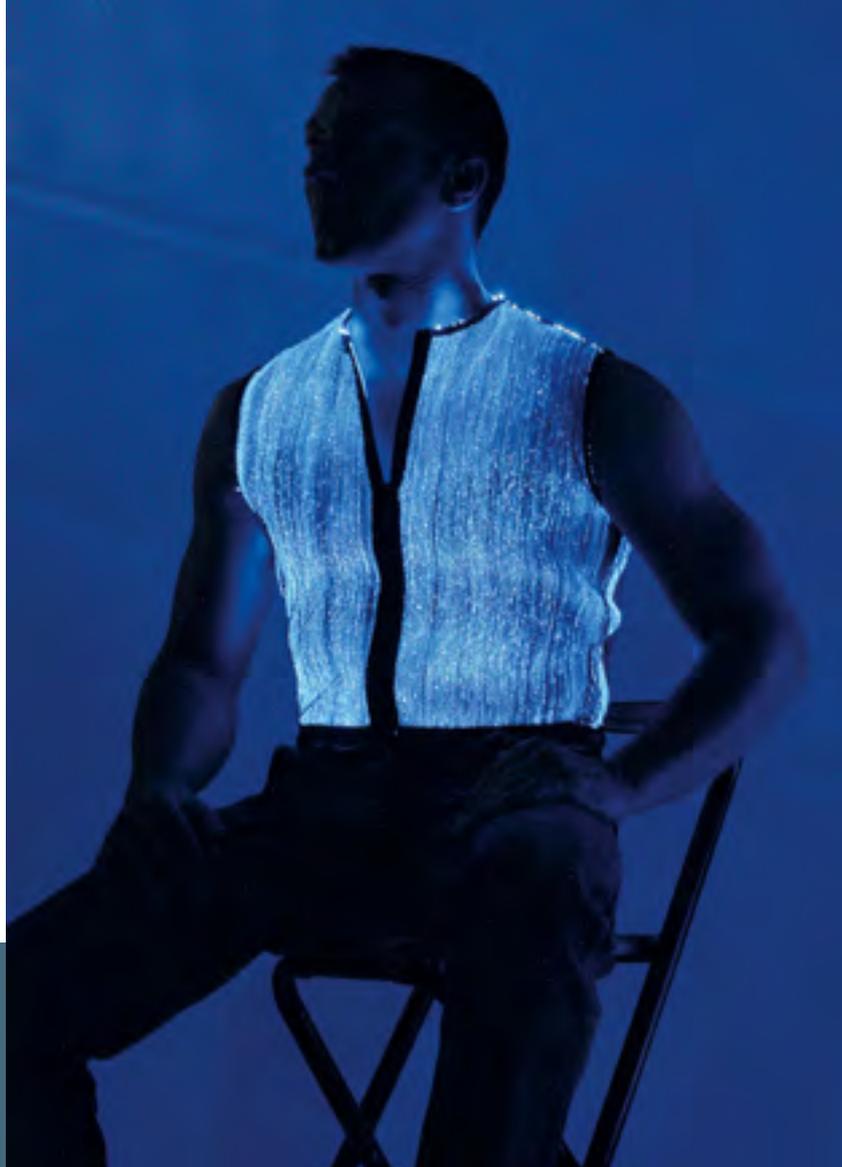
USA aus angestoßene Innovationstrend wird zunehmend auch durch Global Player aus dem IT-Bereich befeuert.

Die Weltleitmesse Tectextil will 2017 auf die sich andeutende Vielfalt hoch innovativer, flexibler Funktionstextilien mit wesentlich mehr Ausstellungsfläche im Vergleich zur Vorgängermesse 2015 reagieren. In Dornbirn (Österreich) wurde 2016 die erste Fachmesse SALTEX für Textilintelligenz veranstaltet. Mit dem Forschungskuratorium Textil (FKT) als Partner beschleunigt das Anwenderforum Smart Textiles – 2016 in Papenburg besonders von „neugierigen“ Mittelständlern besucht – die Überleitung von Forschungsergebnissen in die Industrie.

## Science-Fiction wird gerade Realität

Der US-Technologieriese hinter der Suchmaschine beispielsweise arbeitet gemeinsam mit dem Jeanshersteller Levi Strauss an multimedialer Kleidung. Mit prognostizierten jährlichen Wachstumsraten von über 30 Prozent sehen US-Analysten für e-Textilien mittelfristig ein attraktives Marktvolumen. Laut „Smart Textiles Market by Type, Function, Industry, &

Smart Textiles nur für neue Glitzerwelten? Leucht-Bekleidung und Wearables werden den Alltag verändern, doch sind solche Einsatzfelder mit Blick auf Automotive, Gesundheitswirtschaft, Architektur und Bau nur die Vorboten einer Werkstoffrevolution



Geography – Global Forecast to 2020“ soll sich der globale Markt von knapp 800 Mio. USD (2014) bis 2020 auf 4,72 Mrd. USD fast versechsfachen. Wer sich in Deutschland, beim Weltmarktführer in Sachen Technische Textilien, umsieht, stößt derzeit noch weniger auf anwendungsreife Produkte und Technologien, sondern eher auf smart-textile Lösungen mit Prototypcharakter. Sie werden im Kern von vier Textilinstituten, angesiedelt in Aachen (ITA), Chemnitz (STFI), Denkendorf (ITV) und Greiz (TITV), geschultert, hinzu kommen themengebundene Projekte aus Universitäten und Großforschungseinrichtungen wie der Fraunhofer-Gesellschaft. Speziell das Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland in Greiz hat sich europaweit den Ruf eines Smart Textiles-Pioniers erarbeitet. Alles begann vor rund 20 Jahren mit Vorarbeiten für elektrisch leitende Fasern und Gewebe. Mit patentierten ELI-TEX®-Fäden aus Thüringen lassen sich inzwischen nicht nur Autositze heizen, sondern auch Patienten bei Langzeit-Operationen mit Wärme versorgen oder bioelektrische Signale übermitteln. Aus textiler Mikrosystemtechnik (gedruckten Schaltkreisen auf

Textil) ergeben sich zahlreiche weitere Ansätze für die Gesundheitswirtschaft.

Smart Textiles stellen mit Funktionen, an die vor wenigen Jahrzehnten allenfalls Science-Fiction-Autoren gedacht hätten, nicht nur die Textilwirtschaft auf den Kopf. Wenn Gewebe plötzlich elektrisch werden, um nur ein Beispiel aus dem Eigenschaftsspektrum intelligenter Fasern zu benennen, ruft das selbst aus textilfernen Bereichen kluge Köpfe auf den Plan: „Könnte man nicht auch ...“

### **Disruptiv gegen das Schmerzgedächtnis**

Das Bonner Start-up Bomedus beispielsweise dachte in dieser Weise, neudeutsch disruptiv genannt. Seine erste Produktlinie auf Basis der unternehmenseigenen „Small Fiber Matrix Simulation“ zielt auf Millionen Patienten mit chronischen Muskel- und Gelenkschmerzen: Elektronische Spezialbänder für Rücken, Schulter, Knie, Ellenbogen oder Amputations-Stümpfe mit jeder Menge elektrisch leitender Fasern und Sensoren stimulieren dabei die Schmerzfasern an der Hautoberfläche. Im Ergebnis kann der Betroffene, der auf diese Weise sein Schmerzge-



Mithilfe Greizer Textilforscher in wenigen Jahren zum Produkt: elektronische Spezialbänder zur Reduktion akuter und chronischer Schmerzen wie hier für den Schulterbereich

dächtnis nachhaltig verändert, dauerhafte Linderung erreichen – ganz ohne Medikamente. Das Rückenband findet Anwendung u. a. bei Schmerzen durch Bandscheibenvorfall und Spinalkanalstenose. Es empfiehlt sich für Patienten ebenso wie für ärztliche oder physiotherapeutische Anwendung. Der nicht medizinische Teil der Rückenband-Technologie wurde vom bereits erwähnten TITV entwickelt. Innovativer Kern sind dabei Textilelektroden, die eine spezielle Stromdichteverteilung im Gewebe gewährleisten. Die CE-zertifizierte Innovation ist für Dr. Christian Haberlandt, bei der Bomedus GmbH Leiter für Forschung und Klinische Studien, Grundlage für weitere Produktentwicklungen zum Beispiel gegen Tumorschmerzen. Außerdem sei die Technologie auch für manchen Diagnostikbereich interessant, so der Manager.

**Von textiladaptiv zu textilbasiert**

Anwenderideen mit textiler Cleverness gibt es inzwischen reichlich; Smart Textiles-Produkte und -Baugruppen dagegen sind noch verhältnismäßig rar. Der Automotive-Bereich ist mit Leuchthimmel, Heizgewebe oder einem Gurtmikrofon einer der Treiber dafür; Sportartikler sind mit beheizbaren Handschuhen oder einer elektronischen Muskelstimulation ein anderer. Im Kommen und nach Expertenaussagen in den nächsten Jahren das am stärksten wachsende Segment sind Wearables oder e-Textilien, Computertechnologien für Bekleidung.

An Shirts oder Jacken mit Elektronikausstattung lässt sich die lange Wegstrecke des smart-textilen Hürdenlaufs beispielhaft ablesen. Vor etwa 10 bis 15 Jahren experimentierten Modeschöpfer, Elektroniker und Textiler auf textiladaptiver Basis folgendermaßen: Man nehme ein Gewebe und verbinde es mit Elektronikbauteilen (Batterien, LED, Sensoren). Dass die resultierenden Bastler-Ergebnisse mit seinerzeit hohem Schlagzeilenwert nicht zu realen Markterfolgen führten, liegt fast auf der Hand. Jahre später begann mit elektrisch leitenden Garnen als Voraussetzung das textilintegrierte Zeitalter, das bis heute anhält. Leuchtende Bekleidung, die zum Beispiel von Moderatoren auf den Bühnen der Welt getragen wird, gehört wie Therapietechnik (das bomedus®-Rückenband oder der ebenfalls vom TITV Greiz mit kreierte Therapiehandschuh für Schlaganfallpatienten) gleichermaßen in diese Kategorie wie ganz aktuell Feuerwehrwarnwesten oder die elektronische Bauteilüberwachung von Windrädern mittels textiler Sensoren. Wohin geht der Trend? „Textil und Fasern werden immer mehr zum Bauteil. Was bisher an Funktionen textiladaptiv aufgesetzt war, verschwindet tendenziell in der Fläche“, sagt Dr. Klaus Jansen, Chef des Forschungskuratoriums Textil, und fügt eine Reihe textilbasierter Ideen vom selbsttagierenden Notruf-Shirt für Senioren bis zum zweidimensionalen Schalter oder einer dynamisch mitwandernden Flächenbeleuchtung für Fußgänger als Beispiele an.



Adjunct-Prof. Dr.-Ing. Yves-Simon Gloy,  
ITA-Bereichsleiter Smart Textiles

### **Enormes Wachstum, riesige Chancen**

*Dem Markt für Smart Textiles und Wearables werden enorme Wachstumsraten vorausgesagt; entsprechend hoch sind für Unternehmen die Verwertungs- und Umsatzchancen. Dennoch bleiben eine Reihe von Fragen offen. Sie müssen zeitnah von der Textilforschung und ihren Partnern beantwortet werden, nur so wird das Potenzial von textiler Intelligenz ganzheitlich nutzbar. Einige dieser Fragestellungen lauten:*

- *Wie müssen Fasern und Textilien gestaltet sein, damit sie smarte Produkte und Anwendungen ermöglichen?*
- *Wie wird die Energieversorgung/-übertragung für Smart Textiles realisiert?*
- *Wie muss smarte Produktionstechnik aussehen, um die Produkte von großen Serien bis zu kleinen Stückzahlen effizient und flexibel herstellen und testen zu können?*
- *Welche Geschäftsmodelle und Serviceangebote für Smart Textiles ergeben Sinn und bieten dem Kunden einen wirklichen Nutzen?*

*Aus meiner Erfahrung können vor allem interdisziplinäre Teams in Kooperation zwischen Forschungsinstituten und der Industrie dafür die richtigen Antworten liefern. Es bleibt spannend – auch im außereuropäischen Wettbewerb.*

### **Forschungsvorlauf mit öffentlichen Mitteln**

Ein Zehntel aller seit 2009 bewilligten 467 Textil-Innovationsprojekte, die im Rahmen des BMWi-Förderprogramms Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) Vorlaufforschung vor allem für den Mittelstand „produzieren“, seien Smart Textiles-Vorhaben. „Sie zielen zum großen Teil bereits auf die Integration von Gewebe und Mikrosystemtechnik und ermöglichen so in zahlreichen Anwenderbereichen Technologiesprünge.“ Dafür nur drei Beispiele aus der Forschungspraxis: Das ITM (Dresden) entwickelte miniaturisierte Textil-Sensoren zum kontinuierlichen Monitoring chronischer Wunden. Im ITV Denkendorf ist jetzt Know-how zu näherungs-sensorischen Leuchtgarnen abrufbar, während am ITA in Aachen carbonfaserbasierte textile Elektroden für innovative bioelektrische Systeme Gestalt annehmen.

### **Klare Botschaft auch an Industrie 4.0**

Textilien „mit Grips“ erfassen und transportieren Informationen. Das Internet der Dinge ist dafür ebenso eine Ziel- und Einsatzgröße wie die fortschreitende Digitalisierung in der Industrie. Hier könnten multifunktionale Smart Textiles zur natürlichen Schnittstelle bei der Kommunikation zwischen Mensch und Maschine werden, wie das Münchner Start-up ProGlove mit einem Sensor-Handschuh für Industriearbeiter zum Einsatz etwa im Automobilbau verdeutlicht. Ausgezeichnet mit einem mit 150.000 US-Dollar dotierten Gründerpreis aus den



Neuartiger Elektronik-Handschuh unterstützt Digitalisierung der Industrie: Zusatzintelligenz für Fertigung und Logistik

USA, erlaubt der mit einem RFID-Sensor ausgestattete Handschuh das automatische Abscannen von Bauteilen. Zudem besitzt die Neuerung zwei Sensoren, einen zur Temperaturerfassung und einen Bewegungssensor. Komplettiert wird die Innovation mit einer optischen Feedback-Anzeige, die über erfolgreich ausgeführte Arbeitsabfolgen informiert. Einem der Gründer zufolge sollen inzwischen fast alle großen Automobilfirmen der Welt den Kontakt zu dem erst 2015 gegründeten Unternehmen aufgenommen haben. ProGlove wird inzwischen auch im Auftrag von Online-Versandhäusern getestet, wo die Innovation in Logistikbereichen zum Einsatz kommt.

# Mensch Meyer:

## Papenburger Mobilitätsbotschaften

Ortstermin auf der Meyer Werft in Papenburg mit Andrang von Textilforschern und mittelständischen Firmenchefs im Besucherzentrum. Am Vorabend des 4. „Anwenderforums Smart Textiles“ waren 160 Experten aus acht Ländern ins Emsland gereist, um sich zunächst über die Dimensionen von Kreuzfahrtschiffen und den Textileinsatz auf solchen „Pötte“ ins Bild setzen zu lassen.

Der Mobilitätssektor wird nach Wearables ein aufnahmefähiger Markt für den Einsatz Smarter Textilien. Welche Botschaften haben leuchtende, heizende oder interaktive Textilien für Automobil- und Flugzeugindustrie, Schiffbau, Schienenfahrzeughersteller und die Zweiradindustrie? Einige Antworten darauf gab die Transfer-Tagung:

### Schiffbau: offen für Lösungsangebote

Der Schiffbau verfolge mit Interesse diese Materialentwicklungen und sei offen für Smart-Tex-Lösungen, signalisierte Dipl.-Ing. Hermann-Josef Mammes, Abteilungsleiter Forschung und Entwicklung bei der Meyer Werft. Kreuzfahrtschiffe als Hochtechnologieprodukte mit riesigen Dimensionen und höchster Komplexität böten zahlreiche Möglichkeiten zum Einsatz innovativer Produkte. Bisher werden Textilien vorrangig als Teppiche, Vorhänge, Bettwäsche oder Handtücher verwendet. Aufgrund der hohen Anforderungen für die Schiffssicherheit müssen dabei zum Teil spezielle Brandschutzanforderungen eingehalten werden.

Interessiert an technischen Anwendungen mit textiler Intelligenz: Werften und Ausrüster für Wasserfahrzeuge im Allgemeinen und Kreuzfahrtschiffe im Besonderen



Das Unternehmen mit Werften in Papenburg, Stralsund und Turku (Finnland) experimentiert aber auch mit elektronisch unterstützten Textilien unter anderem zur Kennzeichnung von individueller Uniform-Wäsche. In Forschungsprojekten wurde zudem der Einsatz von Sensoren in Arbeitsanzügen zur Vermeidung von Fehlhaltungen untersucht; auch wurden mögliche Anwendungsfelder für die Verwendung von Bewegungssensoren in Teppichen definiert. „Wir wollen dieses Forum auch dazu nutzen, Ideen und Anregungen zu finden, die wir unseren Auftraggebern in Zukunft anbieten können“, unterstrich der Forschungschef.



oben: Fertigstellung im Halbjahrestakt: Kreuzfahrtschiffe von der Meyer Werft in Papenburg (hier: „Anthem of the Seas“)  
links: Dipl.-Ing. Hermann-Josef Mammes



### Airbus: innovative textile Halbzeuge

Der europäische Flugzeughersteller Airbus will mit der Funktionsimplementierung in die textile Architektur von Außenhaut- und Kabinenelementen Zeichen setzen. Dr. Christian Weimer, Abteilungsleiter für Faserkunststoffverbund-Technologien bei der AIRBUS Group Innovations, sprach in diesem Zusammenhang von neuartigen textilen Halbzeugen mit „innovationstreibenden“ Aufgaben. Im Rahmen einer Struktur-Sensorintegration könnten beim Hersteller als Beitrag zum Qualitätsmanagement tragende Strukturen aus Kohlefaserverbundkunststoff (CFK) mit textiler Sensorik verbunden werden – zur Kostenreduktion des Fertigungsprozesses und mit Blick auf verlängerte Wartungsintervalle bei Kunden. „Die textilen Prozess- und Fertigungsketten bestehen bereits; Prozessschritte zur zusätzlichen Funktionsintegration beispielsweise zur Beleuchtung oder zum Erfassen von Daten ließen sich gut einbinden.“ Auch Innovationen in der Kabine seien mit e-Textilien wünschenswert und denkbar.

### Auto: Gurt-Mikro und Textilbeleuchtung

Wie in Papenburg erläutert wurde, stünden nach einem Fehlstart vor rund zehn Jahren sowie nachfolgend weiterer intensiver Grundlagen- und Anwenderforschung jetzt auch erste marktreife Smart Textiles-Produkte und -Technologien zur Unterstützung der Mobilität am Start. Beispiel dafür ist ein neuartiger Sicherheitsgurt von einem Mittelständler aus dem Allgäu, der mit integriertem Mikrofon zugleich auch als Freisprechanlage genutzt werden kann. Oder aus Franken ein Lichtband mit gleichmäßiger Abstrahlung zum Einsatz als Funktionsbeleuchtung.

Der bereits in einem Cabrio-Modell eingesetzte Sicherheitsgurt mit Akustik-Plus wurde von Karlheinz Siegert, Geschäftsführer der W. Zimmermann GmbH & Co. KG, vorgestellt. Dafür hatten Entwickler des Unternehmens in Weiler-Simmerberg einen elektrisch leitfähigen Faden konzipiert, der sich in das bei Sicherheitsgurten verwendete Polyestergerewe einarbeiten lässt. Bei der Produktentwicklung in enger Abstimmung mit Partnern der gesamten Lieferkette waren die besonderen Anforderungen



Mit Innovationen wie Eisenschiffen mit Dampfmaschinen oder RoRo-Fähren bis heute marktführend: die 1795 gegründete Meyer Werft – in 6. Generation im Familienbesitz

an das sicherheitsrelevante Bauteil – schließlich soll der Sicherheitsgurt in seiner Primärfunktion nicht beeinträchtigt werden – zu berücksichtigen.

### FunctionLight sucht Partner

Dass ein Siebdrucker ein Wörtchen zum Thema Smart Textiles mitreden kann, stellte Hans-Joachim Kobek unter Beweis. Sein FunctionLight genanntes Lichtband ist das Ergebnis einer Entwicklungszusammenarbeit mit Textilforschern aus Aachen: ein massentaugliches Produkt zum Einsatz als Funktionsbeleuchtung. Es ist das erste flächige und gleichmäßig selbstleuchtende Textil, das u. a. im Fahrzeug- oder Flugzeugbau zum Einsatz kommen könnte. „Finden wir dafür einen Produktionspartner, könnten mehrlagige schmal- und großflächig bedruckte Lichtleitergewebe zum Beispiel für Beleuchtung oder Signalgebung aus Dachhimmel oder T-Säule, Rückenlehne oder Türverkleidung sorgen.“ Kobeks eigentliche Kompetenz sind per Druckprozess und LED-Technik auf Acrylglas, Glas und Kunststoffen integrierte Funktionsbeleuchtungen. Kann man diese Technologie auch auf Textil ausweiten, so am Anfang die Fragestellung. Man konnte, wie in dem vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Kooperationsprojekt gezeigt wurde. Dabei wurde ein Mehrlagengewebe mit integrierten Lichtleitern gezielt bedruckt, sodass eine Lichtauskopplung möglich wird. Auf die Textilstruktur wird dann eine zusätzliche Schicht aufgebracht, die das Licht diffus verteilt und damit eine gleichmäßige und flächige Beleuchtung garantiert.

Das Anwenderforum wurde 2012 ins Leben gerufen, um die Erfordernisse der Hersteller und Anwender von Smart Textiles mit den Potenzialen der Forschung und Entwicklung zu verknüpfen. Vorausgegangen waren vom Bundesforschungsministerium getragene Statusmeetings zu den Schwerpunkten Mikrosystemtechnik und Textil durch den Projekt-



Geschäftsführer Hans-Joachim Kobek mit textilem Lichtband



Zahlreiche Einsatzmöglichkeiten für Smart Textiles: Berufsbekleidung mit Licht- und Warnfunktionen, ggf. auch mit Vitalparametererfassung

träger VDI-VDE-IT. Im Ergebnis dieser regelmäßigen Treffen, bei denen die Projektkonsortien öffentlich über Fortschritte und Probleme berichteten, entstand eine „Community“. Viele der damals bereits aktiven Smart Textiles-Fachleute, treffen sich Jahr für Jahr auf dem Anwenderforum wieder. Der Workshop, der inzwischen abwechselnd vom Greizer Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland und dem ITV Denkendorf mit Unterstützung des Forschungskuratoriums Textil organisiert wird, fand bisher in Zeulenroda, Leipzig, Stuttgart und zuletzt in Papenburg statt – stets in der Nähe potenzieller Anwender von Hightech-Textilien. Das 5. Anwenderforum ist für den 8./9. März 2017 in Vorarlberg (Österreich) geplant.



Vorstoß in kleine Dimensionen: Die piezoelektrischen Sensorfäden haben einen Durchmesser von bis zu 1,2 mm

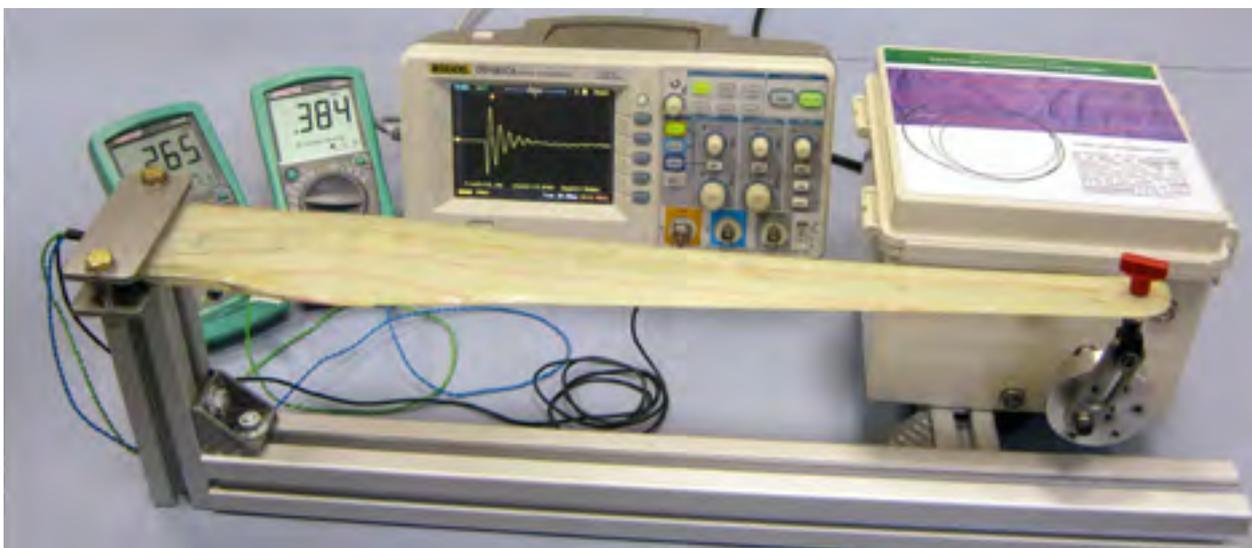
## Piezofäden als „Selbstversorger“

**Textile Sensorik, die sich mit dem zum Betrieb erforderlichen Strom selbst versorgt: Piezoelektrische Elemente, dünn wie Fäden, machen es möglich. In der Form vergleichbare Bauteile gab es bis vor Kurzem allenfalls als sperrige wie teure koaxiale Piezokabel, die z. B. in Alarmanlagen, bei der Verkehrsüberwachung oder in Unterwassermikrofonen ihren Dienst tun.**

Doch 2013 entwickelten Spezialisten am Thüringischen Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung TITK in Rudolstadt mit einem Durchmesser von 0,8 bis 1,2 mm sehr klein dimensionierte, flexible Sensorfasern. Sie sind aus piezoelektrischen Polymeren aufgebaut, die eine mechanische Kraft in elektrische Energie umwandeln. Dehnung oder Druck verursachen eine Verschiebung der Ladungsschwerpunkte und sorgen so für eine elektrische Spannung. Die piezoelektrischen Kunststoffe in Fadenstärke lassen sich im Endlos-Schmelzspinnverfahren preisgünstig herstellen, sind äußerst flexibel und können mittels Web- als auch Aufsticktechniken in textile Flächen eingearbeitet werden. Im Kern bestehen diese Filamente aus einem hoch leitfähigen, rußgefüllten Polypropylen. Indem sie in ihrer Eigenschaft als Sensoren z. B. Vibrationen erfassen, baut sich in den solcherart angeregten Kunststofffäden gleichzeitig auch eine Spannung

auf – im textilen Verbund mit vielen Tausend verschalteten Fasern ermöglicht dies ein gezieltes „Energy Harvesting“ und damit eine autarke Eigenversorgung mit Energie. Sie lässt sich z. B. nutzen, um das Sensorsignal drahtlos oder drahtgebunden an einen Kontrollrechner zu übertragen.

Die Piezofasern wurden am TITK in einem mittlerweile erfolgreich abgeschlossenen Forschungsvorhaben auf ihre Eignung getestet. Im Zuge des ZIM-NEMO-Netzwerkprojekts „FiVe-Net“ aus Unternehmen, Hochschulen, Universitäten und Instituten „arbeiteten“ Piezofäden als Schwingungssensoren zur Schadensüberwachung in den Rotorblättern einer Windkraftanlage. Ein Nachfolgeprojekt steht kurz vor der Freigabe. „Als ‚Single‘ oder im Faserbündel erzeugen die Piezofilamente bei mechanischer Belastung eine Spannung, die als Messwert abgenommen werden kann“, erklärt Dr.-Ing. Christian Döbel, Leiter der TITK-Forschungsgruppe Polymerelektronik, das Wirkprinzip. Die Energie wandelnde Faser eröffne so völlig neue Möglichkeiten der Funktionsintegration in Verbundwerkstoff-Komponenten wie auch in Textilien. Ein weiteres Projekt, das unter Beteiligung von Industriepartnern auf die Entwicklung einer Falldetektionsjacke bzw. -matte für den Einsatz in Medizin und Pflege ziele, sei beantragt.



Monitoring mit Piezofäden: Rotorblatt-Modell mit integrierten Sensoren in einer Prüfeinrichtung

# Werkstoffwunderwelten

## Wie Greizer Forscher Fasern zum Leiten brachten

Wer sich mit globalem Rundumblick auf die Suche nach den Ursprüngen smarter Textilentwicklungen begibt, landet recht bald im thüringischen Greiz. Am 1992 gegründeten Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland (TITV) wurde wenige Jahre später erstmals das enorme Potenzial in Textil integrierten *intelligenten* Zusatzfunktionen erkannt.



Smarte TITV-Lösungen:  
langer Marsch von der Idee zum Produkt

Dr. Uwe Möhring blickt zurück

1996

Idee der  
textilen Elektronik

1997

Ein Wasserstands-Pegelmess-  
band entsteht – Drähte im  
textilen Schaltungsträger

„Das funktioniert doch nie“, wurden die SmartTex-Pioniere 1996/97 am Beginn der komplizierten Entwicklungsarbeiten für Strom leitende Verbindungen aus Metall und Textil belächelt. Aber das Greizer Team blieb hartnäckig und hatte, wie das Patent zum „Verbinden und Trennen leitfähiger Textilstrukturen“ von 1998 belegt, bald erste Erfolge vorzuweisen. Wurden damals Bauelemente auf Kupferdrähte und -bänder noch per Hand aufgelötet oder auch nur textil „verpackt“, stand später die Kombination von Draht und Textil mit nur einer Maschine auf der Agenda. Heute nutzt das TITV zum Beispiel für Sensorikanwendungen leitfähig gedruckte Textilien oder automatisch gefertigte Gewebe aus eigener Entwicklung.

„Smart Textiles wurden neben Oberflächenthemen schrittweise das zentrale Beschäftigungsfeld unseres Instituts“, erläutert Dr. Uwe Möhring, seit 2001 Geschäftsführender Direktor der im Untertitel als Institut für Spezialtextilien und flexible Materialien benannten Einrichtung. Als Haupteinsatzfelder der Innovationen und zugleich wichtigste Quelle für Industrieanfragen hätten sich inzwischen die Me-

dizintechnik und der Automobilbereich erwiesen. Auf diesen Einsatzfeldern gehe es einerseits um Entwicklungen, die beispielsweise die Nervenstimulierung oder die gezielte Wirkstoffabgabe bzw. die Herstellung textiler Implantate unterstützen; mit Blick auf den Fahrzeugbau um Leuchtextilien, Heizlösungen und gestickte Schalter.

### Mühsamer Weg zu intelligenten Lösungen

Die Herausforderungen entsprechender Technologieentwicklungen wurden dabei immer komplexer. Neue Mitarbeiter benötigen angesichts der enormen Anwendungs- und damit Forschungsbreite in der Regel zwei Jahre, bis sie sich in die komplizierte Materie mit ihren vielfältigen Sub-Spezialisierungen eingearbeitet haben. Als eine konstante technologische Herausforderung erweist sich die Kontaktierung zwischen Textil und oft starren elektronischen Bauteilen, Substraten oder Materialkombinationen. Der Start war auch hier mühsam: „Unsere allererste textile Heizung für Autositze hielt keine zehn Sekunden durch, dann waren die Kontakte einfach weggeschmolzen“, erinnert sich Uwe Möhring. Dass solche



Sicher arbeiten: mittels TITV-Technologie integrierte Leuchtelemente in Berufsbekleidung



Automatisierte Fertigung: Jessica Tantkus am Bestückungsautomaten für LED-Bänder

## 2001

Textile Galvanisierung partiell leitfähigen Gewebes gelungen

## 2002

Erster textiler Transponder für Krankenhaustextilien getestet

## 2003

Durch elektrochemische Modifizierung der Fadenoberfläche entstehen hoch leitfähige ELITEX®-Fäden

## 2004

Entwicklung eines industriellen Galvanikprozesses für Fäden

verbindungstechnischen Probleme, Stichwörter sind beispielsweise Elastizität, Knick-/Bruchbeständigkeit, ebenso wie Fragen der Stromversorgung nicht „nebenbei“ zu lösen sind, hat inzwischen auch die Industrie aus zahlreichen fehlgeschlagenen eigenen Projekten gelernt. Immer häufiger finden deshalb selbst namhafte Großunternehmen zu den in diesem Bereich bundesweit führenden Experten in der Vogtlandstadt.

Ein besonderes Highlight war 2005 der Produktionsstart des mit Industriepartnern entwickelten, hoch leitfähigen ELITEX®-Garns aus silberummanteltem Polyamid. Es ist unter anderem als Elektrode für – nun dauerhaft haltbare! – Pkw-Sitzheizungen in Nutzung. Das Garn kann durch alle gängigen textilen Verarbeitungstechniken in die Fläche gebracht werden und eignet sich dank hoher mechanischer Belast- und Waschbarkeit auch für den medizintechnischen Einsatz – etwa in Form textiler EEG- und EKG-Elektroden. Andere smarte Entwicklungen in diesem Bereich, die nach teils sehr langem Forschungsvorlauf in verfügbare Produkte mündeten: das bomedus®-Rückenband zur medikamentenfreien

Selbstbehandlung akuter Rückenschmerzen mit gezielten elektrischen Impulsen, der tipstim®-Therapiehandschuh mit integrierten textilen Elektroden für die Rehabilitation von Schlaganfallpatienten, das von Philips produzierte Blue-Touch-Therapiegerät zur Schmerzbehandlung mittels blauen LED-Lichts sowie ein hoch sensibler medizinischer Sensor, der vom TITV-Tochterunternehmen imbut GmbH für ein international tätiges Medizintechnik-Unternehmen gefertigt wird.

### Weltpremiere für Pailletten-Technologie

Aktuell arbeiten die Thüringer Forscher intensiv an Praxisanwendungen der von ihnen entwickelten Pailletten-Technologie „Functional Sequin Device“ (FSD): Dabei werden die bereits kommerziell erhältlichen, mit Kontakten für LEDs oder andere elektronische Bauelemente versehene Plättchen automatisiert auf textiles Trägermaterial appliziert und gleichzeitig mit leitfähigem Fadenmaterial verbunden. Angesichts möglicher hoher Stückzahlen ist die Technologie besonders für die Automobilindustrie interessant. Bei geringeren Losgrößen können

auf einer speziellen, mit vier Köpfen ausgerüsteten Anlage künftig auch komplexe elektrische Schaltungen mit wechselnden Bauelementen aus einem internen „Vorratslager“ der Maschine auf flexiblem Grundmaterial positioniert, aufgelötet und verschaltet werden – beispielsweise für individualisierte medizintechnische Lösungen. Die weltweit einzige Anlage dieser Art arbeitet am TITV.

### Schutz vor Crash und Schimmel

Ein weiterer smarterer wie aktueller Forschungsschwerpunkt zielt auf die Integration von Bedienelementen und Sensorik in Textilien – samt Gewährleistung hoher funktionaler Zuverlässigkeit. Etwa als Beitrag für die Digitalisierung der Industrie, für

aktivierenden Heizung kombiniert. Im Labormaßstab funktioniert das sogenannte Heizseil bereits, das künftig bei Sanierungen oder beim Neubau an neuralgischen Punkten eines Gebäudes platziert werden soll. Dort wartet es unsichtbar, bis der Fall der Fälle tatsächlich eintritt – und heizt dann los. Besonders in südlichen Ländern mit ihren heizungslosen Gebäuden ist eine hohe Nachfrage absehbar. Interessenten aus dem Immobilienbereich stehen als Anwender schon bereit. Bevor Produktion und Vermarktung jedoch starten können, bedarf es noch einiger Entwicklungsarbeiten, um absolute Produktsicherheit garantieren zu können.

Textile Warn-Leuchtbänder mit in beliebiger Zahl integrierten LEDs für Fahrradjacken oder Sicher-

## 2005

Imbut GmbH startet ELITEX®-Serienproduktion

## 2006

Entwicklung textiler Elektroden zur Muskelstimulation

## 2008

Thüringer Forschungspreis auf dem Gebiet Transfer für ELITEX®

## 2009

Kooperation mit Fa. Haynl Elektronik zum Therapiehandschuh für Schlaganfallpatienten

die Kommunikation zwischen Maschinen und der Schutzbekleidung ihrer Bediener. Oder als Sensoren für den Schutz von Automobilen vor Zusammenstoßen. Hier erweist sich die materialbedingt geringe Einbautiefe als besonders vorteilhaft. Ein anderer Trend geht in Richtung Multifunktionalität – anzeigen, schalten, beleuchten. Gar nicht so fern scheint deshalb der textile Touch-Monitor, das ehrgeizige gemeinsame Entwicklungsprojekt von Google und Jeans-Hersteller Levi Strauss: In den Stoff gewobene flexible Metallfäden sollen bei Hautkontakt Aktionen auslösen können. Gespannt ist man im TITV, wie die beiden Großunternehmen das leidige Kontaktierungsproblem zuverlässig lösen wollen – das Know-how dazu ist in Mitteldeutschland abrufbar. Eine ganz andere Ausrichtung hat ein Forschungsthema, das einem typischen Mangel an Bauwerken abhelfen soll – Feuchtigkeit und Schimmel als Folge von Wärme- oder Kältebrücken. Der Lösungsansatz: Textiles Fadenmaterial wird mit einer Stromquelle und einem Feuchte- oder Temperatursensor zu einer sich im Bedarfsfall selbst-

heitsbekleidung wurden als eine der jüngsten Institutsentwicklungen im Herbst 2015 auf der Fachmesse A+A in Düsseldorf erstmals vorgestellt. Das technologisch Neue daran: Kontaktierung, Laminierung, Aufbringen des Oberstoffs – die gesamte Fertigung läuft automatisiert ab. Regionale Sport- und Sicherheitsbekleidungshersteller experimentieren bereits mit den innovativen Streifen und wollen diese möglichst zeitnah in entsprechende Produkte integrieren.

### Smarte Zukunftsaussichten

Dank des recht frühen Einstiegs in die smart-textile Themenwelt sieht TITV-Chef Möhring sein Haus, das in diesem Bereich auch als führendes Prüfinstitut bundesweit fungiert, für die Zukunft gut gerüstet. 20 Jahre wissenschaftliche Vorleistung begannen sich jetzt auszuzahlen: „Die Mehrzahl der Industrieaufträge kommt inzwischen zu ‚smarten‘ Aufgabstellungen; die Bandbreite der Interessenten reicht vom Nähfadenhersteller aus der Region bis zum weltweit agierenden Elektronikkonzern.“

Perspektivisch erwartet Möhring eine deutliche Zunahme von Mix-Materialien sowie immer spezifischere Anwendungsanforderungen an die Textilien, Stichwort Industrie 4.0. Sein Haus reagiert auf diese Herausforderungen auch durch verstärkte Kooperation mit anderen Instituten und Mitarbeit in technotextilen Bündnissen wie dem Netzwerk SmartTex (Thüringen), dem regionalen Wachstumskern „highSTICK plus“ (Sachsen) oder dem ZIM-Netzwerk „DIGI4TT“ (Digitaldruck zur Funktionalisierung Technischer Textilien, Bayern), aber auch mit Zusammenschlüssen anderer Branchen wie dem Wasserkraft-Wachstumskern „Fluss-Strom plus“ (Sachsen-Anhalt).



Weltweit einmalig: die neue Pailletten-Technologie „Functional Sequin Device“ aus Greiz

## 2010

Innovationspreis t+m für den tipstim®-Prototypen mit textilen Elektroden

## 2012

Kooperation mit Fa. Bosana zu speziellen textilen Elektroden zur Schmerztherapie

## 2014

Markteinführungen tipstim®-Handschuh (Fa. Bosana) und bomedus®-Rückenband (Fa. Bomedus)



**Dr. Uwe Mazura,**  
Hauptgeschäftsführer  
Gesamtverband textil+mode

### **Innovativ, smart, digital**

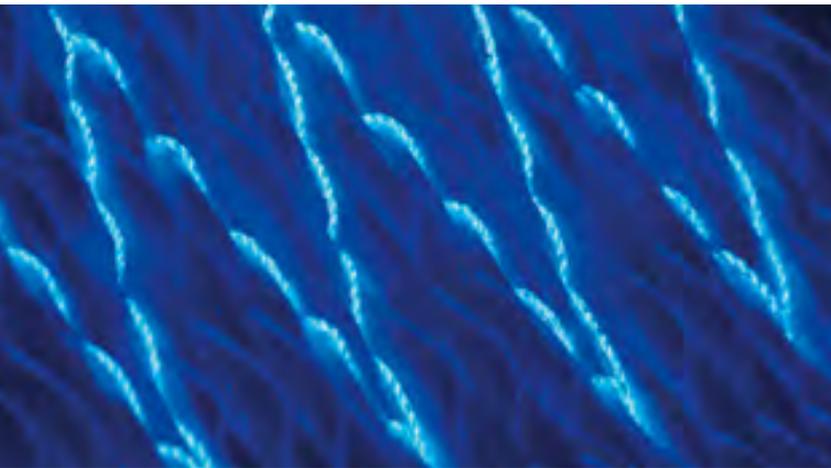
*Smarte textile Produkte entwickeln sich rasant. Die Digitalisierung wird innovative Prozesse weiter beschleunigen und neue Möglichkeiten für die Textilindustrie eröffnen. Smarte Produkte werden den Markt erobern: zum Beispiel T-Shirts, die Herz-Kreislauf-Funktionen von Patienten und Sportlern überwachen. Fertigungsverfahren wie der 3D-Druck ermöglichen neben den klassischen Geweben und Maschenwaren künftig völlig neue Flächengebilde. Neue Fertigungsverfahren werden dann auch Rohstoffe verarbeiten, die aktuell noch nicht für textile Produkte genutzt werden. Vernetzte Produktion ermöglicht effiziente Datennutzung und verschlankt Verarbeitungs-, Wartungs- und Verwaltungsprozesse. Dies wird auch zu neuen Geschäftsmodellen führen, die unsere Branche verändern. „Das Denkbare machen, statt das Machbare denken!“ Dieses Motto prägte die „Perspektiven 2025“ des Forschungskuratoriums Textil. So werden Perspektiven zur Wirklichkeit, auch über 2025 hinaus. Die Zukunft ist textil!*

# Fäden, die LEUCHTEN

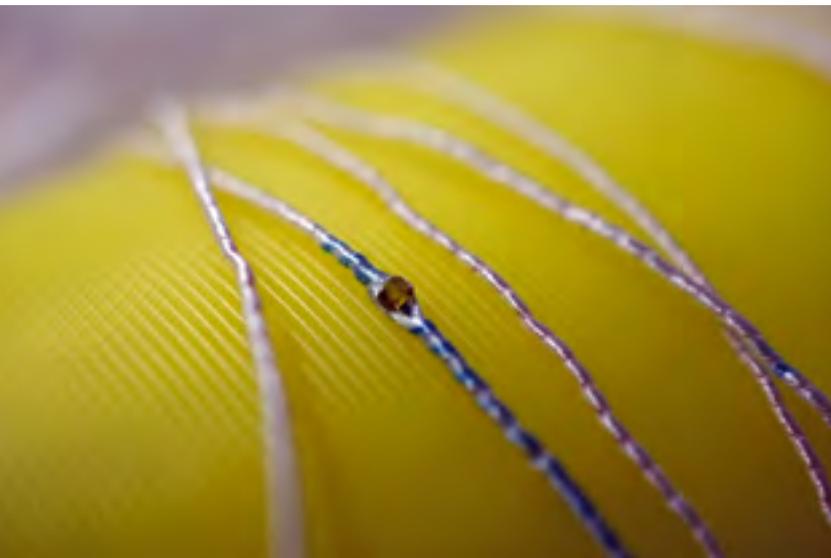
## „Lichte“ Zukunft im Wartestand

Oft wissen künftige Anwender und selbst Produzenten noch gar nicht, dass es sie gibt: aktive und passive Leuchtextilien in zahlreichen Facetten. Ihnen sind glänzende Perspektiven beschieden. Textile Produkte der leuchtenden Art sind Innovationsträger erster Güte und generieren einen ebenso profitablen wie nachhaltigen Markt. Erste Prototypanwendungen oder Produkte wie selbstleuchtende Warnwesten, extravagante Leucht-

kleider für Gala-Moderationen oder signalgebende Berufsbekleidung werfen ihre Schatten voraus; illuminierte Auto-Dachhimmel sind serienmäßig bereits auf den Straßen unterwegs. Textilflächen werden zu wegweisenden Leucht-Signets; Teppiche mit Lichtelementen sind nicht nur exklusiv, sondern auch orientierend. Von diesen neuen Hightech-Materialien, von denen einige bei Annäherung Leuchtintensität und Farbe wechseln können, profitiert zum



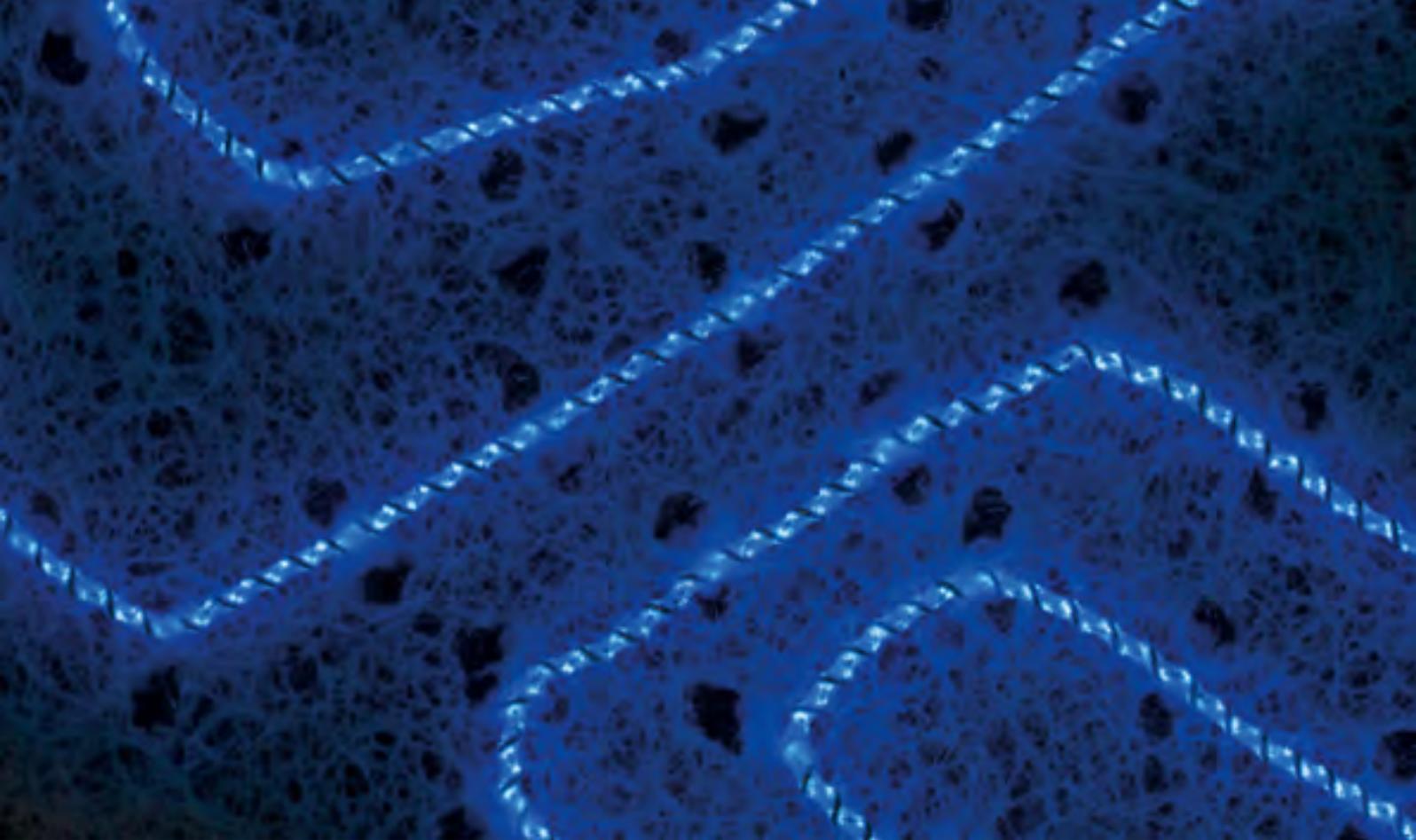
oben: sticktechnologische Applikation des funktionalisierten E-thread®-Fadens mit LED-Leuchtgarn aus dem ITV Denkendorf  
unten: E-thread®-Faden mit LED auf Musterspule



Beispiel auch das visuelle Marketing auf Messen und Ausstellungen. Ebenfalls keine Zukunftsmusik sind flexible Displays und verschiedenfarbig leuchtende Schaltflächen, die herkömmliche Schalter ersetzen könnten. Neben Fahrzeugbauern, Innenarchitekten und Modeschöpfern sind auch die Möbelindustrie und die Medizintechnik neugierig geworden ...

### Technologien in den Startlöchern

Keiner hat bisher etwas verpasst, weil die „lichte Zukunft“ auf textiler Grundlage zumindest am Markt noch gar nicht angebrochen ist. Doch der für solche Innovationen notwendige langjährige Forschungs- und Entwicklungsvorlauf ist mit zahlreichen Fragestellungen, wie Stromversorgung, Integration elektrischer Module und Anschlüsse, Bruchsicherheit und Waschbarkeit der Elektronikteile, auf der Zielgeraden angekommen. Inzwischen geht es den interdisziplinär aufgestellten Forschern und der Industrie um effiziente Herstellungsverfahren für Leuchtextilien in großem Stil. Als Impulsgeber für solche Technologien erweist sich das vorwettbewerbliche Förderprogramm Industrielle Gemein-



Für Gebäude und Pkw-Interieur gleichermaßen interessant:  
LED-hinterleuchtete Textilien

schaftsforschung (IGF) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Es ist die Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Industrie und bietet den kreativen Köpfen aus der Textilbranche und darüber hinaus Zugang zu neuesten Forschungsergebnissen und aktuellstem Know-how.

POLEOT (Printing of Light Emitting Devices on Textile) mit Beteiligung des Instituts für Textiltechnik der RWTH Aachen University (ITA) ist so ein IGF-Projekt unter dem Dach des Forschungskuratoriums Textil e. V. (FKT). Dem Projektkonsortium aus Deutschland und Belgien gelang die Kombination aus Textilien und Leuchtflächen, indem elektrolumineszente (EL) Ornamente zusammen mit einer leitfähigen Schicht direkt auf den Träger aufgedruckt werden. Mit ihrer homogenen Lichtverteilung, geringster Schichtdicke sowie minimaler Leistungsaufnahme bei beliebigen Abmessungen ist die EL-Technologie für diese Anwendung wie geschaffen. Das Licht stammt von fluoreszierenden Stoffen, wie z. B. Leuchtpigmenten oder Phosphorverbindungen, die durch Einwirkung eines elektrischen Feldes die absorbierte Energie emittieren.

Das Textilgewebe „plastifiziert“ beim Kontakt mit den elektrisch-leitfähigen und phosphorhaltigen Tinten. Dabei gehen die materialtypischen Eigenschaften, wie Flexibilität, Strapazierfähigkeit und Luftdurchlässigkeit, verloren. Durch Variieren des Designs der EL-Struktur sowie ihre Anordnung in Wabenform konnten die Aachener Forscher diese Merkmale aufrechterhalten. Aus dem 2015 beendeten Projekt gingen Demonstratoren, wie eine leuchtende Tapete, eine Lichtinstallation in Möbeln und ein EL-Lampenschirm, hervor. Das Aufbringen von OLED-Dünnschichtelementen bedarf hingegen noch weiterer Entwicklungsarbeit. Denn die Leuchtdioden aus organischen, halbleitenden Polymeren reagieren sensibel auf Sauerstoff und Feuchtigkeit, was die Lebensdauer verringert und zu Ausfällen führt. Sie müssen daher chemisch „eingekapselt“ werden. Immerhin mündeten die OLED-Tests in einer Kooperation mit Designern. Geplant ist, die Leuchtdioden mit flexiblen, nicht textilen Materialien zu vereinen. Dabei können z. B. leuchtende Pailletten Akzente in der Mode setzen.

## Fadensysteme zur Funktionalisierung

Innerhalb POLEOT entstand auch ein Verbindungsmodul zur Kontaktierung von Textilien und Elektronik. Die Integration erfolgt – wie auch von elektrischen Leitern – mit Web- und Maschentechniken. Für das weitaus schnellere Tufting-Verfahren zur Herstellung textiler Bodenbeläge existieren derartige Lösungen noch nicht. Es beruht auf dem Prinzip einer Nähmaschine, wodurch die Polfäden mithilfe nebeneinander angeordneter Nadeln in einem Trägergewebe fixiert werden. Das TFI, Institut für Bodensysteme an der RWTH Aachen e. V., entwickelte mit IGF-Unterstützung zwei neuartige Eintrags-techniken, die bei laufender Produktion zusätzliche Schuss- und/oder Stehfäden in die Teppichware „einbauen“. „Damit ist es erstmalig möglich, direkt im Tufting-Prozess auch elektrisch leitende Fäden und sogar Leiterbahnen inklusive elektrolumineszente Kabel einzubeziehen – wodurch eine Beleuchtungsfunktion im Bodenbelag entsteht“, erläutert Dipl.-Ing. Dirk Hanuschik, Teamleiter am TFI. Die kostengünstige Serienfertigung Smarter Textilien hatte auch das EU-Projekt PASTA (Platform for Advanced Smart Textile Applications), ein Forschungs- und Entwicklungsverbund von 13 Unternehmen aus fünf Ländern, im Visier. Von deutscher Seite mitbeteiligt war das Sächsische Textilforschungsinstitut e. V. STFI. Den Chemnitzer Ingenieuren gelang es, mit Halbleitern bestücktes Metallgarn auf Stick- und Wirkmaschinen in großflächige Textilbahnen einzuarbeiten – Voraussetzung, um Textilien in großem Maßstab mittels Elektronik funktionalisieren zu können. „Wir benutzten eine neue Technik, mit der der Schusseintrag von hoch festen Fasern, wie Carbon, leicht möglich ist. Aber auch das Einbringen von elektronisch funktionalisierten Garnen konnte realisiert werden“, erläutert Dr. Heike Illing-Günther, STFI-Forschungsleiterin. Das Metallgarn, auch E-thread® genannt, wird bei Bedarf in einem speziellen Verfahren ohne das übliche Verdrahten (Bonden) mit winzigen Bauteilen, wie LEDs oder RFID-Chips, funktionalisiert.

Außerdem kann eine elastische Verbindung für die sichere, an die Stoffeigenschaften angepasste Verdrahtung der integrierten Elektronik sorgen. Der durch ein Kunststoffmaterial vor Feuchtigkeit geschützte „Interposer“ besitzt mäanderförmige

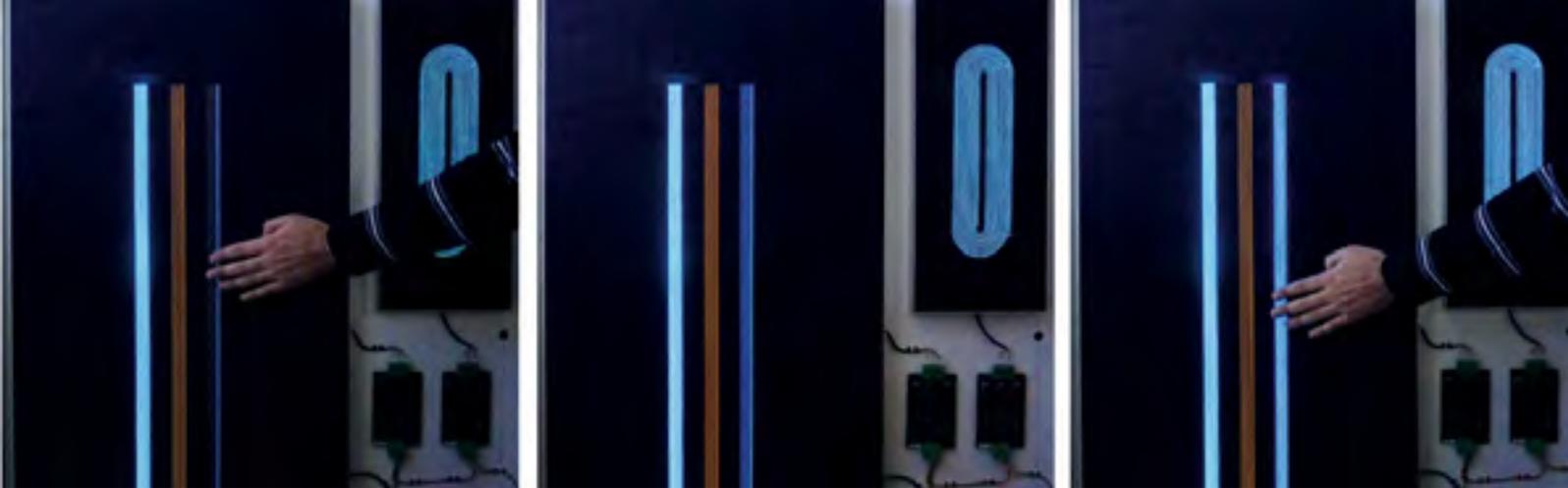


Schuss- und Stehfäden: Dipl.-Ing. Dirk Hanuschik, Teamleiter am TFI, mit funktionalisiertem Tufting-Muster

Kontakte, die sich bei mechanischer Beanspruchung dehnen oder zusammenziehen. Ein solches Modul lässt sich dann auch auf Gewebe fixieren und mit den E-threads® koppeln. Neu entwickelt wurden ebenso die „Crimp Flat Packs“, Mikrochips oder Sensoren auf speziellen kupfernen Trägerrahmen. Um sie in den gewebeeigenen Stromkreislauf einzubinden, werden ihre Kontaktteile und das Leiterngarn mechanisch miteinander verpresst. Für hohe Fertigungsraten konzipiert ist auch ein selbstlernendes Robotersystem mit Vakuumgreifer, der sich selbstständig auf vier Achsen bewegt. Er besitzt zusätzlich ein Kameraauge und ist imstande, die optimalen Kontaktpunkte an den E-threads® im Textil zu lokalisieren und die Komponenten an den richtigen Punkten zu platzieren – serientauglich eben.

## Individuelle Gestaltungsmöglichkeit

Licht setzt Signale, gibt Orientierung, macht die Nacht zum Tag – und sorgt durch ganz eigene Gestaltung für ein stimmungsvolles Ambiente. Ein großes Thema ist daher auch bei den Textilforschern die individuelle Steuerbarkeit. Experten am Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf (ITV) konstruierten einen leuchtenden rein textilen Sensorschalter, mit dem zum Beispiel die Helligkeit gedimmt oder die Farbe, analog zu einer RGB-LED, stufenlos gemischt werden kann. Es wurde eine Elektronik entwickelt, die aus den leuchtenden Garnen Messdaten über die Annäherung bzw. Berührung gewinnt und so zum Beispiel zur Steuerung der Helligkeit, der Farbmischung oder anderer Aktoren eingesetzt werden kann. Der Demonstrator aus dem IGF-Projekt besitzt neben dem Farbwählschalter eine ebenso textile Anzeige, die mit sensorischem Leuchtgarn auf dem Grundgewebe aufgestickt ist. Das Bedientableau setzt sich aus drei Garnsträngen mit jeweils sechs Fäden in den Leuchtfarben Blau, Orange und Grün zusammen.



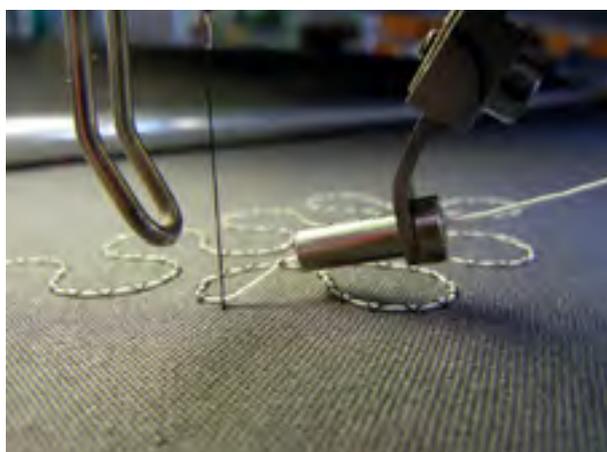
Garne mit farblich dynamischem Leistverhalten und näherungs-sensorischen Eigenschaften

Eine Berührung macht das jeweilige Licht heller oder dunkler. Die Dimm-Einstellungen der Einzelfarben werden direkt an das spiralförmig aufgestickte Leuchtgarn auf dem Anzeigefeld übertragen. Das farblich dynamische, einstellbare Material ist ebenfalls eine ITV-Entwicklung und lässt sich auf her-kömmlichen Stickmaschinen verarbeiten. Selbstleuchtende flächige Textilien lassen sich in ihrer Wirkung gut einschätzen; anders verhält es sich bei hinterleuchteten Spezialgeweben mit 3D-Effekten, die eine hohe visuelle Lebendigkeit und erstaunliche optische Tiefenwirkung besitzen. Sie entstehen durch Lichtbrechung und Reflexion an der textilen Struktur. Beim Betrachter entsteht der Eindruck einer vermeintlichen Tiefe, die deutlich groer empfunden wird, als sie in Wirklichkeit ist. Ein Simulationstool der Denkendorfer Wissenschaftler ebnet nun Herstellern den Weg, ihre 3D-Lichtprodukte effektiver entwickeln und einfacher präsentieren zu können. Das IGF-Projekt hatte zum Ziel, die optischen Effekte zu quantifizieren und mit virtuellen Techniken möglichst nah an das menschliche Empfinden heranzukommen. Ein mobiler multifunk-

tionaler Lichteffect-Demonstrator stellt die Ergebnisse optisch dar: „Mit diversen Simulationsmodellen können Effekte, wie Krümmung und Ausbreitungsrichtung des Lichts, für unterschiedliche Szenarien – z. B. Betrachtungswinkel, Textil-LED-Abstand, Drehwinkel, Drapierung – auf Monitor und 3D-Beamer visualisiert und zugleich mit dem Lichteffect-Demonstrator verglichen werden“, beschreibt Hermann Finckh, Leiter Forschungsbereich Simulation, die Vorgehensweise. „So bekommt der Betrachter einen realistischen Eindruck, wie Lichteffecte auf verschiedenen Textilien wirken.“ Wie zielführend Wissenschaft und Wirtschaft dabei Hand in Hand arbeiten, zeigt die langjährige Zusammenarbeit zwischen dem ITV und der Ettlin AG: Die Firma mit Sitz in Ettlingen brachte auf Basis dieser Partnerschaft das lichttechnische Spezialgewebe ETTLIN LUX® auf den Markt (siehe S. 56 f.). Das Material generiert aus LED-Licht dreidimensionale Effekte und ist als Gewebe, Plattenware in Glas/Acryl oder steckerfertige Sets erhältlich. Zum Einsatz kommt es in Aufzügen, in der Gastronomie, im Wellness-Bereich, im Messe- und Möbelbau.



Leuchtjalousie vom TITV Greiz



Sticktechnologische Applikation des funktionalisierten E-thread®-Fadens mit LED

# Licht an, Sonne auch



Mit dem smarten Baby-Body erschloss das ITV Denkendorf vor Jahren ein neues Forschungsfeld: Das „Model“ von damals ist heute ein junger Mann: Lennart Horter

den Funktionen entstehen. Aktuelle Forschungsschwerpunkte zielen auf pneumatische, schalltechnische und lichttechnische Textilien, e-Textiles, Temperatur und Klima regulierende Gewebe und Gewirke. Geforscht wird zudem an belastungswandelnden Textilstrukturen sowie sogenannten Living Walls zur Vertikalbegrünung, Smart Homes bzw. City-Modulen sowie Medizintextilien.

## Start mit Baby-Body

Smart Textiles-Entwicklungschef ist Hansjürgen Horter, der sich seit gut 15 Jahren mit dem Thema beschäftigt. Wer ihn an die erste Entwicklung in Form eines signalgebenden Baby-Bodys erinnert und dazu auf das „historische“ Foto verweist, erntet gegebene

**Denkendorf bei Stuttgart. Am größten europäischen Textilforschungsstandort wird heute bereits prototypisch jene textile Zukunft sichtbar, die in fünf oder zehn Jahren zum Standard in Bekleidung, Heimtextilien, Fahrzeugen oder Architektur gehören soll: Smart Textiles in der höchsten Integrationsform als Symbiose von elektrisch leitenden Fäden und Textilflächen, in die elektronische Bauelemente oder Mikrosystemtechnik fast unsichtbar integriert werden. Das hier ansässige Institut für Textil- und Verfahrenstechnik (ITV) treibt diese Entwicklung mit neuartigen Produktlösungen und den zugehörigen Herstellungsprozessen voran.** Welche Rezeptur hat Textilintelligenz? Die Denker setzen hier auf multifunktionale, hybride Textilien, die unter Beibehaltung textiler Funktionalitäten auf Umgebungseinflüsse durch Wandlung als Leiter, als Sensor oder als Aktor reagieren können. Bei den Forschern und Entwicklern werden sämtliche Branchentechnologien eingesetzt, um Materialien gezielt so zu strukturieren, dass Smarte Textilien mit aktiven, adaptiven, sensorischen oder leuchten-

denfalls ein Schmunzeln. Der welterste Träger dieser seinerzeit hoch gelobten, aber nicht in Serie gegangenen Entwicklung sei sein damals gerade geborener Sohn Lennart gewesen, heute 12 Jahre alt. An diesem frühen Umsetzungsversuch beim Aufbruch in neue textile Welten ist gleich zweierlei ablesbar: Erstens, dass es damals noch weitaus größere Probleme mit Material, Elektronik und den textilelektrischen Zuleitungen als heute gab, um Sicherheit und Langlebigkeit eines solchen Produkts zu gewährleisten. Und dass es noch vieler Jahre interdisziplinärer Forschung bedurfte und wohl auch künftig bedarf, damit die dafür notwendige Elektronik im Textil endgültig unsichtbar wird. Dem Body-Erstling folgten alsbald „reifere“ kreative Adaptionen auf neuestem Technikstand. Das 2013 auf der Fachmesse Tectextil öffentlichkeitswirksam vorgestellte Sensorik-Shirt zum alltagstauglichen Langzeitmonitoring von Vital- und Aktivitätsparametern zum Beispiel. Damals erschien Detlef Braun, Chef der Frankfurter Messe, zur Pressekonferenz in einem solchen Elektronik-Shirt. Auf einem angeschlossenen Bildschirm

konnten die Journalisten mitverfolgen, welche entsprechenden Signale der Gastgeber aussandte: Herzfrequenz, Puls, Atmung, Bewegungsrichtung... Die Ideen dahinter mit Blick auf eine immer älter werdende Bevölkerung: Textilien sollen künftig einen Beitrag zur telemedizinischen Betreuung, zur Notfallalarmierung etwa nach Stürzen oder zur Unterstützung geborgenen Alters in den eigenen vier Wänden leisten. Ein solches T-Shirt mit lebensrettenden Funktionen, das Gesundheitsdaten erfasst und für verschiedene stressgeplagte Berufsgruppen ebenso interessant ist wie für Senioren im eigenen Haushalt oder im Pflegeheim, soll nach Auskunft von ITV-Chef Prof. Dr. Götz Gresser in drei bis vier Jahren auf den Markt kommen.



Premiere auf der Techtextil:  
Elektronik-Shirt zur Messung von  
Vital- und Bewegungsparametern



Feuerwehrweste mit smart-  
textilen Zusatzfunktionen:  
selbstleuchtend

Die Ergebnisse des mit öffentlichen Mitteln geförderten Nachfolgeprojekts SensProCloth soll – integriert in Hightech-Schutzbekleidung für äußerst robuste Einsätze – vor allem Rettungskräften von Feuerwehr und Katastrophenschutz nützen. Die weitestgehend hitzeresistente Musterjacke erfasst und leitet Informationen über Vital- und Zustandsparameter, Bewegungen, Umgebungsbedingungen und Vor-Ort-Ereignisse beim Löschen und Bergen autonom an die Einsatzleitung weiter. Eingearbeitete textile Sensoren ermöglichen zudem die Ortung des Trägers in Gebäuden und im Gelände. Eine zudem noch selbstleuchtende Schutzweste mit vorgenannten Funktionen wurde gerade auf Basis eines ZIM-Projekts mit zwei Industriepartnern aus Niedersachsen und Baden-Württemberg entwickelt. Für die schnelle Ansteuerung und Programmierung der dort eingesetzten LEDs sorgt eine in die Jacke integrierte Funkschnittstelle. Die LEDs und das textile Bussystem verbleiben beim Waschen in der Weste. Lediglich eine kleine Elektronikbox mit den Akkus oder Batterien wird einfach herausgenommen.

### Textile Solarthermie als IGF-Projekt

Bei der Entwicklung aktiver, adaptiver, sensorischer und auch leuchtender Textilien halten die Denker der Textiler Ausschau auch nach scheinbar branchenfernen Mittelstands- und Wissenschaftspartnern zum Beispiel aus den Bereichen Elektronik und Elektrotechnik. Aber auch andere Fachdisziplinen, wie Maschinen- und Gerätebau, Verfahrenstechnik, Chemie, Physik und Biologie, sind gefragt; Spezialisten aus dem IT- und Kybernetikfach ebenfalls. Die vorwettbewerbliche Industrielle Gemeinschaftsforschung – das mit über 60 Jahren wohl älteste Technik-Förderprogramm des Bundes – ermöglicht solche branchenübergreifenden Kooperationen, wie das Projekt textile Solarthermie zeigt: Die auf dem Dach des institutseigenen Experimentalbaus „Eisbärhaus“ solarthermisch gewonnene Energie muss einem externen Sammler zugeführt werden, was zumeist mit erheblichen Baumaßnahmen verbunden ist. „In aktuellen Projekten bündeln wir neues Basiswissen und Verfahrensgrundlagen zur Fertigung solarthermischer Kollektoren mit integriertem Wärme-



Lichtlabor mit fast universellen lichttechnischen Möglichkeiten: Partner zahlreicher Industriezweige

speicher im formflexiblen textilen Verbundsystem“, erläutert Dipl.-Ing. Hansjürgen Horter. Solche mit einer Dämmschicht versehenen Kollektoren ließen sich selbst auf gebogenen Dächern, in Fassaden und als neuartige Leichtbau-Dachkonstruktionen installieren und einfach in Gebäude-Energiemanagementsysteme integrieren. Die Entwicklung, mit der sich die Möglichkeiten zum Photovoltaik-Einsatz deutschlandweit um einige Millionen Quadratmeter erweitern ließen, wird vom Karlsruher Institut für Technologie sowie durch Kompetenzfirmen unterstützt, die im projektbegleitenden IGF-Ausschuss mitarbeiten.

### **Mekka nicht nur für Fahrzeughersteller**

Produktentwickler wissen: Leuchtende Funktionen eröffnen für die Nutzer gänzlich neue Produktinteraktionen plus jede Menge Emotionalität. Deswegen setzen Gestalter von Gebäuden und Fahrzeugen, Sicherheitsspezialisten, Werbefachleute wie auch Hersteller Technischer Textilien auf Christoph Riethmüller und dessen Lichtlabor im ITV. Wegen des großen Zuspruchs und um Platz für neue Laborausrüstungen wie hoch spezialisierte Messtechnik zu schaffen, wurde es im Vorjahr auf 90 Quadratmeter erweitert. Zur Ausstattung gehören für die Kreation textiler Beleuchtungsszenarien alle gängigen Lichtquellen im Bereich des sichtbaren Lichts bis in die angrenzenden Wellenlängenbereiche. Gerade in Erprobung: eine textile Leuchtwand, deren LED-Lichtspiel dem

Betrachter eine beträchtliche Bautiefe suggeriert. Dabei ist die Installation real nur wenige Zentimeter tief.

Das Labor bietet der Industrie perfekte Bedingungen, selbstleuchtende bzw. be- und hinterleuchtete Textilien für neue Funktional- und Erlebniswelten an Messeständen, in Verkaufsräumen, Büros oder Fahrzeugen zu entwickeln und zu testen. „Wer in Omnibussen der neuesten Generation Ambientebeleuchtung oder in Oberklasse-Fahrzeugen leuchtende Dachhimmel sieht, der ahnt, dass solche Ideen hier im Lichtlabor das Laufen gelernt haben“, sagt Riethmüller. Vielmehr ist von ihm aus Gründen der Geheimhaltung zu dem Thema nicht zu erfahren.

### **Textilien mit Kraft**

Riethmüller, der auch die Denkendorfer Zukunftswerkstatt als Plattform für die gemeinsame Ideenfindung mit Mittelständlern leitet, nimmt sich mit seinen Kollegen auch der unikaten Forschungsrichtung „Pneumatische Textilien“ an. Sie erzeugen mit Niedrigdruck Bewegung und mit geringstem Energieeinsatz erhebliche Kraft. Ein Demonstrator hinter Glas tritt dafür den Beweis an: Durch wechselndes Aufblasen textiler Kammerstrukturen wird mittels einfacher Umlenkung eine Trommel horizontal bewegt – ein verblüffend einfaches Antriebselement, das allerdings noch in den Kinderschuhen steckt. „Versuchen Sie mal, mit dem Daumen diese kleine Stahlstange in der Versuchsanordnung durchzu-



Vor textil-innovativer Kulisse:  
ITV-Ressortchefs Christoph Riethmüller und Hansjürgen Horter  
oben rechts: pneumo-textiles Kraftpaket:  
hoch interessante Industrieanwendungen im Visier



drücken“, fordert Riethmüller so manchen Besucher auf. Keinem gelang bisher, was durch Aufblasen einer nur 20 x 20 x 5 Zentimeter kleinen Textilkammer mit einem Druck von weniger als 0,5 bar möglich wird: Die massive Edelstahlstange wird problemlos verbogen.

Für pneumatisch-textile Aktoren mit Energieplus gibt es ein großes Einsatzpotenzial sowohl in der Architektur, etwa bei Dach- und Fassadenkonstruktionen, oder auch an der Peripherie von Industrierobotern, wenn es um drehpunktferne Zusatzfunktionen geht. Pneumo-Textilien, die beim Weben mit Textilsensorik zur Feuchte-, Druck- oder Näherungsmessung bestückt werden können, könnten den hohen Druckluftverbrauch in der Industrie absenken. Entsprechende Aktoren haben im Vergleich zu konventionellen pneumatischen Anlagen bei gleicher Wirkung zudem ein 30-mal niedrigeres Gewicht.

### Neue Geschäftsoptionen inklusive

*Wie schon die bewusst breit angelegte Projektarbeit an den textilen „Perspektiven 2025“ für zehn Themenlandschaften gezeigt hat, gehen die erkennbaren Potenziale für Smart Textiles vielfach weit über zusätzliche Produkteigenschaften mit neuem Kundennutzen hinaus. Ganz besonders gilt dies dort, wo ein smartes Textil zum wichtigen Element eines neuen Geschäftsmodells wird. Beispiel: Mit der wachsenden Zahl von CarSharing-Fahrzeugen müssen künftig auch mehr verschmutzte Sitzbezüge möglicherweise öfter ausgewechselt werden. In einem neuartigen Geschäftsmodell könnte ein spezialisierter Dienstleister, ausgelöst durch einen textilen Schmutzsensoren im Sitzbezug, automatisch mit den GPS-Daten des parkenden Fahrzeugs versorgt werden und es erst nach dem Reinigungsvorgang wieder zur Vermietung freigeben. Aber auch große Mengen „hautnah“ in Echtzeit erfasster Gesundheitsdaten oder die Online-Erfassung des Tragekomforts von Bekleidung (Temperatur, Feuchtigkeit, Dehnung) treiben neue textilbasierte Geschäftsoptionen voran. Zukunftslotse Thomas Strobel, Fenwis GmbH*



# Umfrage

## Smartes Potenzial mit Volumen

Im Grenzbereich von Industrie 4.0, Digitalisierung, Internet der Dinge und textilen Wearables verortet die Textilbranche mit ihren Innovationen erhebliches Wachstumspotenzial. Ein Bekleidungsproduzent, ein Experte für Künstliche Intelligenz, der Betreiber einer österreichischen Internet-Plattform für Smarte Textilien und ein weltbekannter Textilmaschinenhersteller versuchen einen Zukunftsblick.



Christoph Müller

### Projekt Arm-Hand-Orthese

*Christoph Müller, Geschäftsführer von warmX GmbH, Apolda, Bekleidungshersteller unter anderem von beheizbarer Unterwäsche:*

Wir arbeiten derzeit gemeinsam mit VW in einem Forschungsprojekt zur Erleichterung händischer Arbeitsabläufe. In dem Projekt soll ein intelligentes Bewegungsassistenzsystem in Form einer interaktiven Arm-Hand-Orthese entwickelt werden, um Arbeitskräfte am Fließband beim Greifen und Bewegen von Objekten zu entlasten. Roboter kommen dafür nicht in Frage, denn die Intelligenz des Menschen und sein sensomotorisches Feingefühl sind nach wie vor ein unverzichtbarer Bestandteil in einer Vielzahl industrieller Fertigungsprozesse. Wir sind an der Entwicklung der textilen Sensoren und Elektroden

des softrobotischen Assistenzsystems beteiligt. Für uns als Mittelständler sind solche zukunftsweisenden Projekte an der Schnittstelle zwischen Industrie 4.0 und e-Textilien enorm wichtig, weil wir als deutscher Bekleidungshersteller mit Produktion hierzulande automatisch im hochpreisigen Bereich angesiedelt sind. Um dort langfristig wirtschaftlich überleben zu können, müssen wir der Konkurrenz mit innovativen Produkten, spezialisierten Kleinserien und hoher Produktionsgeschwindigkeit die Stirn bieten.

### Smartphone als Steuerungseinheit

*Prof. Dr. Paul Lukowicz, Leiter des Bereichs „Eingebettete Intelligenz“ am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Kaiserslautern:*

Wir befassen uns im Bereich der Smarten Textilien vor allem mit der Frage: Wie lassen sich Sensoren, Datenleitfähigkeit und Anzeigegeräte so in das Textil einbetten, dass die Integration kompatibel ist mit dem Herstellungsprozess? Dabei wird immer wieder deutlich, dass die Schnittstellen zwischen den Bereichen Technik und Textil viel stärker intensiviert werden müssen. Beispiel textile Wearables: Ein großer Modehersteller hat, Stand heute, nicht die Kompetenz, Elektronik mal eben einzukaufen, diese in seine Kleidung zu integrieren und fertig ist das Fashiontech-Produkt; im Gegenzug kann eine Tech-Firma allein kein modisches Produkt erfolgreich lancieren. Beide Bereiche müssen in Sachen Produktentwicklung, Herstellung und Vermarktung künftig besser aufeinander abgestimmt werden. Bei e-textiler Bekleidung der Zukunft könnte das Smartphone – ähnlich wie schon heute bei Heimtechnik – als zentrale Steuerungseinheit fungieren. An Kleidung angeschlossen, könnte es Funktionen je nach Situa-



Prof. Dr. Paul Lukowicz

tion drahtlos steuern: In der Jacke verbindet es sich mit Mikro und Lautsprecher im Kragen, im Sportshirt misst es die Herzfrequenz und im Abendkleid bringt es LEDs nach vorher festgelegter Reihenfolge zum Leuchten. Die Vielfalt e-textiler Produktkonzepte ist enorm.

### Neue Rolle für Textilindustrie

**Günter Grabher, Geschäftsführer der Grabher-Group mit mehreren Standorten in Österreich und in der Schweiz sowie Leiter der „Smart-Textiles Plattform Austria“:**

Es gibt in Österreich einige aktuelle Entwicklungen, die das Zukunftspotenzial Smarter Textilien und der Thematik Industrie 4.0 belegen: Erst kürzlich sammelte ein körperdatenerfassendes Shirt bei einer Crowdfunding-Kampagne auf Österreichs größter Privatinvestoren-Plattform innerhalb von zwei Stunden die Hälfte des Fundingziels ein – nach nur einer Woche waren 250.000 Euro zusammen. Auch ging die erste von der österreichischen Regierung zum Thema Industrie 4.0 vergebene Stiftungsprofessur an ein Konsortium um die „Smart-Textiles Plattform Austria“. Mit der Stiftungsprofessur „Smart & Light Textiles“ am Textilinstitut in Dornbirn kann die heimische Textilindustrie die smarten Forschungskapazitäten massiv erhöhen.

So können völlig neue Wertschöpfungsketten entstehen, vor allem mit branchenübergreifenden Industriezweigen. Ich bin mir sicher, dass intelligente Textilien zudem bei der vielfach geforderten Mensch-Maschine-Interaktion – Stichwort: Internet der Dinge – ein wesentlicher Bestandteil sein werden. Diese Entwicklungen werden zwar nahezu jede



Günter Grabher

Branche verändern, aber der Textilindustrie werden sie eine komplett neue Rolle zukommen lassen, wenn wir es schaffen, zwischen Textilern, Elektronikern und IT-Fachleuten eine gemeinsame Sprache zu finden.

### Digitale Gewebe

**Peter D. Dornier, Geschäftsführungsvorsitzender des Textilmaschinenbauers Lindauer DORNIER GmbH:**

Interessanterweise sind Gewebe schon per se digitale Produkte, denn sie bestehen aus quer zueinander liegenden Kett- und Schussfäden. Dabei kann sich die Lage von Kett- zu Schussfaden nur in zwei Positionen befinden: „null“ – Kette über dem Schuss, oder „eins“ – Kette unter dem Schuss. Das macht Gewebe sehr gut reproduzierbar und mit geringem Personal- und Prüfaufwand weltweit standardisiert herstellbar. Auch sind moderne Webmaschinen mit geringem Aufwand umrüstbar, was Farben, Garntypen, Gewebebreite und Musterung angeht – das erlaubt den Einsatz leitfähiger Garne und eine flexible Produktion individualisierter Kleinserien auch Smarter Textilien. Zwar ist die Textilindustrie auf das Produzieren unterschiedlicher Losgrößen eingestellt, allerdings ist eine Vernetzung der Maschinen noch lange nicht umgesetzt. Unsere Webmaschinen sind seit 1999 in der Lage, über Ethernet zu kommunizieren, doch zur verbesserten Produktionssteuerung wird diese Fähigkeit erst jetzt vermehrt nachgefragt. Eine Anmerkung zu Googles Jacquard-Projekt: Das ist eine schöne Hommage an die Entwicklung der modernen Textilmaschine und der gesamten Branche, liegen die Projekt-Wurzeln doch in der von Joseph-Marie Jacquard zu Beginn des 19. Jahrhunderts entwickelten digitalen Webmaschinen-Steuerung. Ganz generell sehe ich in innovativen Technologien wie etwa dem „Shape Weaving“, mit dem sich auch komplexe Textilprodukte wie Airbags weben lassen, eine sehr gute Chance für die Textilindustrie, ihr „Rana Plaza“-Image (Einsturz einer Textilfabrik in Bangladesch) hinter sich zu lassen. Das nenne ich mal „smart“.



Peter D. Dornier

# Wearables

## Vernetzte Kleidung

Sie gelten schon länger als „Next Big Thing“ mit dem Potenzial, ganze Märkte umzuwälzen und Konsumgewohnheiten radikal zu verändern: die Wearables. Ob smarte Armbänder, leuchtende Kleidung oder kommunizierende Uhren bzw. Brillen, gemeint ist stets die Kurzfassung von „Wearable Computer“, also tragbare Computersysteme oder Elektronik. Bis dato hat es jedoch noch kein Wearable geschafft, gegen das Smartphone zu stechen – das kann nach wie vor mehr und verschwindet unauffällig in der Hosentasche. Seit einiger Zeit rückt deshalb Bekleidung in den Fokus smarterer Nutzarmachung. Ihr Vorteil: Der Mensch trägt sie ohnehin am Körper. Ein Einblick in die Entwicklung e-textiler Körperwelten.



Prof. Gesche Joost, DRLab-Leiterin

### Smarte Nutzarmachung von Textilien

Großflächige Tische, Scheren, Nadelkissen, Maßbänder, Stecknadeln und ein Webstuhl – auf den ersten Blick unterscheidet den Bereich „Interaktive Textilien“ des Berliner Design Research Labs (DRLab) an der Universität der Künste nichts von den Ateliers klassischer Modedesigner. Doch während des Gesprächs mit DRLab-Leiterin Prof. Gesche

Joost fallen scheinbar unpassende Accessoires wie Lötkolben, Spannungsmesser, Kabel und Mikrochips ins Auge. „Hier“, sagt Joost und zeigt durch den Raum, „dreht sich alles um die smarte Nutzarmachung von Textilien.“ Und tatsächlich: Während am Nebentisch ein Stofffetzen mit Strom zum Farbwechsel von Grau auf Pink animiert wird, stecken zwei Studenten an einer Schneiderpuppe Nadeln neben rot schimmernde LEDs in eine Jacke.

Fast 30 Studenten arbeiten im Rahmen von Promotionsprojekten und übergreifenden Forschungsansät-

zen am DRLab zu zentralen Fragen der Mensch-Maschine-Interaktion und neuen Interaktionsformen, zehn von ihnen schneiden an interaktiven Textilien der Zukunft. „Unser Ziel ist es, auch mit textilen Wearables die Lücke zwischen technologischer Innovation und dem, was die Menschen wirklich brauchen, zu schließen“, erklärt Joost. Ältere und Teenager, Frauen und Männer, Familien und Singles sollen von kreativen und zugleich praxistauglichen Entwicklungen profitieren. Deshalb entwickeln die Promovenden zumeist auf einen konkreten Anwendungsfall („Use Case“) hin. Für ein Kleidungsstück zum Thema Industrie 4.0 zum Beispiel wurden zunächst Arbeiter interviewt, im Ergebnis entstand der Prototyp einer smarten Jacke, die künftig mit den Arbeitsmaschinen interagieren soll. Ein aktuelles Projekt für smarte, alltagserleichternde Bekleidung für Ältere startete mit der Befragung eines Seniorenclubs: Welche intelligenten Funktionen müsste Kleidung für die Generation Ü70 im Alltag haben, welche sind überflüssig?



Leuchtet ein: Die Forschungsassistenten Daniela Wittmann und Christian Pflug testen textile Schaltkreise



Am leitenden Faden: Rückenteil einer smarten Jacke mit aufgenähtem Mikroprozessor – gut zu erkennen sind die leitfähigen Kupferfäden

## Was Google kann, können wir auch

„Der Markt für Materialien zur Herstellung textiler Wearables ist in den letzten fünf Jahren, in denen wir an dem Thema arbeiten, stark gewachsen“, sagt Joost. Zwar seien e-Textilien im Bekleidungsbereich schon früher Thema gewesen, doch die Kombination Elektronik und Textil sei damals additiv gewesen, also: Wie bekomme ich Technik nachträglich auf meine Jacke? Heute stehe der integrative, vom Material her gedachte Ansatz im Mittelpunkt, bei dem Technik und Textil von Beginn an als Tandem gedacht werden. Befeuert wurde diese Entwicklung durch den Trend zur Technik-Miniaturisierung – je kleiner, desto integrierbarer – und die Produktion leitfähiger Garne, bei denen es mittlerweile konkurrierende Angebote je nach Anforderungswunsch gebe, weiß Joost. Dennoch: „Aufseiten der Industrie erleben wir häufig noch Skepsis und eine mangelnde Investitionsbereitschaft bei dem Thema – da spielen Fragen eine Rolle wie: Lohnt sich eine Investition? Gibt es für so etwas Spezielles überhaupt Kunden? Warum soll ich mein Know-how teilen?“, sagt Vordenkerin Joost, deren

Grundprinzip eher das „Open Innovation“ ist, meint: offener Innovationsprozess, freier Austausch. „Mich ärgert es, dass Google und Levi Strauss so viel Aufmerksamkeit bekommen für ihre smarte Jeansjacke“, so Joost, die auf mehr brancheninterne Kooperationen hofft.

„Warum starten wir nicht in Deutschland eine solche Innovation? Ich bin fest davon überzeugt, dass wir hierzulande entlang der gesamten Kette von der Forschung bis zur Fertigung alles haben, was wir brauchen, um Google in Sachen interaktive Kleidung zu überholen – wir müssen das Insel-Wissen nur sinnvoll zusammenführen.“ Mit Partnern wie dem Institut für Textiltechnik in Aachen und dem Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland in Greiz klappt das schon ganz gut – mit ihnen kooperiert das DRLab vor allem in Material- und Testfragen. Laut Prof. Joost gibt es aber noch viel Luft nach oben: „Ich wünsche mir, dass sich die deutschen Textilmittelständler mit uns gemeinsam trauen, das aussichtsreiche Feld der textilen Wearables zu erobern.“



# Waschbar, formbar, angesagt

## Zur Forschung an textilen Wearables

Blendend aussehen: Nahaufnahme eines mit etwa 1.000 LEDs bestückten textilen Matrixdisplays, aus dem der Whisky-Hersteller Ballantine's ein T-Shirt fertigen ließ

**Dr. Jan Zimmermann, Leiter des Bereichs „Textile Innovations“ bei der Forster Rohner AG in St. Gallen, einem der weltweit führenden Anbieter von Stickereien in den Bereichen Haute Couture, Prêt-à-porter und Lingerie, zu den Herausforderungen e-textiler Forschung.**

„Das Hauptproblem bei der Entwicklung von textilen Wearables ist, dass zwei grundsätzlich verschiedene Branchen miteinander vereint werden müssen: Elektronik und Textil. Elektronik wird aber grundverschieden anders entwickelt, produziert und verkauft als Blusen, Jacken oder Hosen. Nehmen wir das iPhone: Apple hat im Jahr 2015 mit wenigen Modellen davon über 200 Millionen Stück verkauft. Es gibt kein vergleichbares modisches Produkt in dem Preissegment, das auch nur annähernd in dieser Menge abgesetzt wird. Gleichwohl werden jährlich sehr viel mehr T-Shirts als iPhones verkauft – in unzähligen Varianten und zu einem Bruchteil des Preises.

Jedem, der ein Smartes Textil auf den Markt bringen will, muss also klar sein, dass er mit den Anforderungen zweier Welten konfrontiert ist. Zwar lassen sich elektronische Komponenten mittlerweile gut ins Textil bringen, aber selbst einfachste technische Applikationen wie Heizen oder Leuchten stellen Designer vor enorme Herausforderungen. Der

Grund: Am Ende eines kosten- und zeitintensiven Entwicklungsprozesses wartet auch bei textilen Wearables oft

die Waschmaschine, die ihnen gleich beim ersten Waschgang das (Lebens) Licht auslöschen kann. Das ist eine echte Forschungsherausforderung. Aber auch außerhalb der Waschmaschine muss die Technik – das schließt leitfähige Fäden als vergleichsweise einfache Bausteine ein – selbst bei intensiver Nutzung funktionsfähig bleiben. Smarte Kleidung muss zudem genauso formbar und flexibel sein wie ein normales T-Shirt, zugleich modisch und angesagt, aber auch pflegeleicht und robust. Bei der Herstellung müssen zudem alle Qualitätsstandards, Normierungs- und Zertifizierungsfragen eingehalten werden – und zwar die beider Welten, Textil und Elektronik.

Getrieben durch Weltkonzerne wie Google, Apple, Microsoft & Co., die auf der Suche nach der nächsten Wearables-Generation Textil für sich entdeckt haben, formt sich derzeit ein Hype. Aber wenig von dem, was diese Unternehmen zeigen, ist wirklich neu, es bekommt jetzt nur erstmals globale Aufmerksamkeit. Das zeigt auch, wie viel e-textiles Know-how inzwischen im Forschungsbereich steckt. Im Textildesign haben wir es deshalb mit einer regelrechten Revolution zu tun. Nun sind die Designer gefragt, die die neuen Möglichkeiten der miniaturisierten Technologie im Kontext ihrer textilen Produkte interpretieren müssen. Dazu gehören auch Akkus, um e-textile Applikationen mit Strom zu versorgen. Bis auf Weiteres wird dafür konventionelle Akkutechnologie unerlässlich sein – Alternativen wie leitfähige Pasten sind noch zu unausgereift und im Zweifelsfall zu teuer. Weil aber Nutzer wegen ihrer energiehungrigen Smartphones inzwischen vermehrt zu externen Akkus greifen, wird auch die früher vorherrschende Zurückhaltung zu Batterien am Körper nach und nach abgelegt.“



Dr. Jan Zimmermann



Spitzen-Technologie: Mit der Sticktechnik „e-broidery“ von Forster Rohner lassen sich auch hochwertige Stickereien mit Licht versehen – hier am Beispiel einer sogenannten Ätztitze

## Queen of Fashiontech

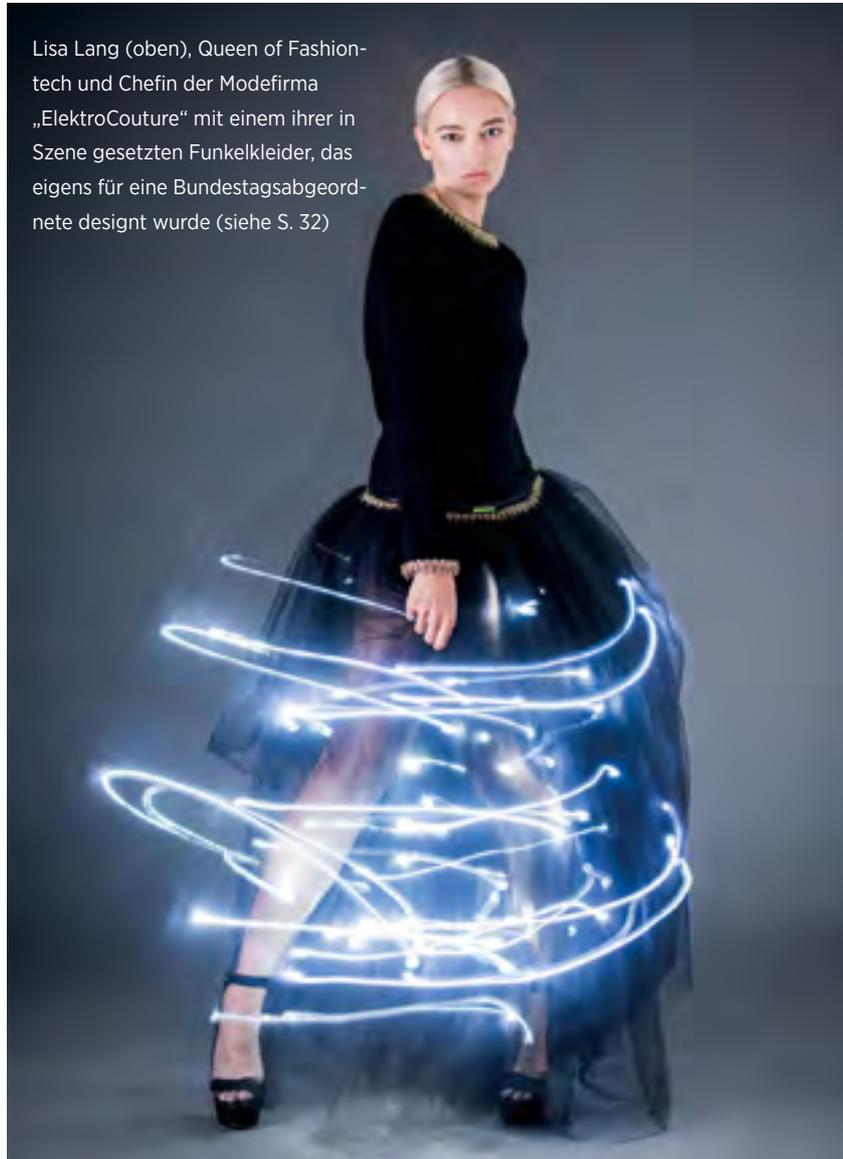
Wer auf einer Wearables-Veranstaltung in Berlin als „Queen of Fashiontech“ vorgestellt wird, muss Ahnung haben von textilen Wearables. Gemeint ist Lisa Lang, Gründerin des 2014 gestarteten Berliner Modelabels „ElektroCouture“. Ihr Ziel: „modische, tragbare Fashion-Technologie-Produkte für die tagtägliche Realität“ entwickeln. Bei einem Besuch in ihrem Studio auf das Eingangszitat angesprochen, scherzt Lang: „Fashiontech-Queen in Berlin statt fränkische Hausfrau.“ Denn die Kultur- und Medienwissenschaftlerin stammt gebürtig aus Oberfranken, einer Textil-Traditionshochburg, der Großvater arbeitete als Textilmaschineningenieur, die Großmutter als Schneiderin. Die Enkelin griff eher zufällig zu Nadel und leitfähigem Faden: Während ihrer Tätigkeit als Marketing-Managerin wurde Lang vom Cloud-Kommunikationsdienst Twilio um die Entwicklung einer smarten Jacke gebeten, die das Thema „Kommunikationstechnologie“ darstellen sollte. Plötzlich war sie mit der Frage konfrontiert: Wie präsentiere ich optisch eindrucksvoll e-textile Bekleidung?

### Interdisziplinär und „ready to wear“

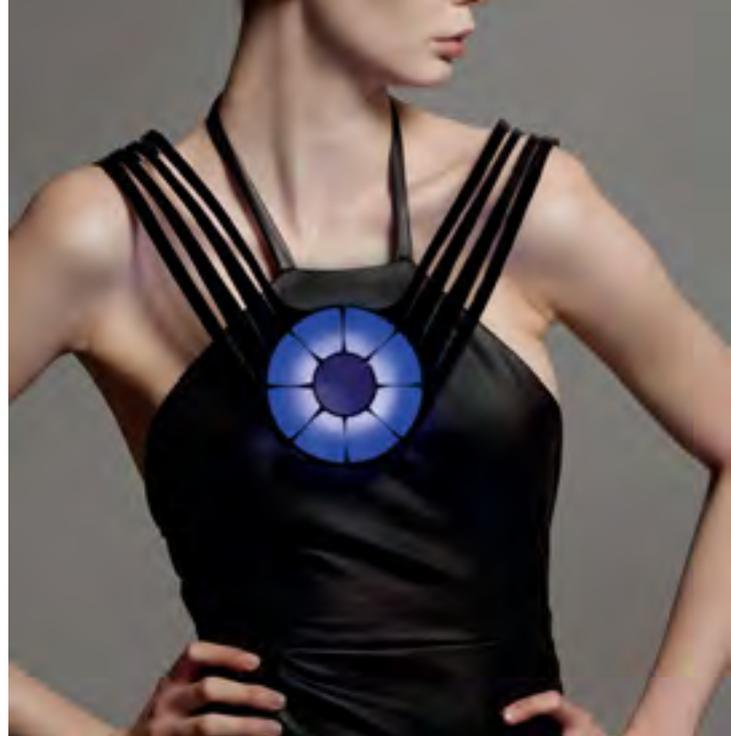
Es scheint das ultimative Problem bei der Entwicklung textiler Wearables zu sein: Während ein Smartes Textil mit Heiz-, Sensor- oder Leuchtfunktion für das Auto diskret in Sitzen oder hinter Verkleidungen verschwindet, muss ein leuchtendes Kleid nicht nur technisch einwandfrei funktionieren, sondern auch optisch, also: modisch. „Ich vermeide prinzipiell das Wort Problem, ich spreche lieber von Herausforderungen“, sagt Lang, die in ihrer Werkstatt alle e-textilen Designs entlang der Testphrase „ready to wear“ entwickeln lässt, was so viel heißt wie: Funktion und Optik sind nicht nach-, sondern gleichrangig. Mittlerweile arbeiten über 20 Leute in den „ElektroCouture“-Räumen, die sich – typisch Berlin – in einem Coworking-Gebäude mit Dutzenden anderen Start-ups befinden. „Innovationen haben immer damit begonnen, dass sich Menschen aus unterschiedlichen Disziplinen entschlossen haben, ihr Know-how miteinander zu teilen“, sagt Lang, die das traditionelle Textilhandwerk ebenso schätzt wie das kreative Spiel mit leitendem Garn. Im Atelier trifft sich anscheinend alles, was auf „-designer“ endet:



Lisa Lang (oben), Queen of Fashiontech und Chefin der Modefirma „ElektroCouture“ mit einem ihrer in Szene gesetzten Funkelkleider, das eigens für eine Bundestagsabgeordnete designt wurde (siehe S. 32)

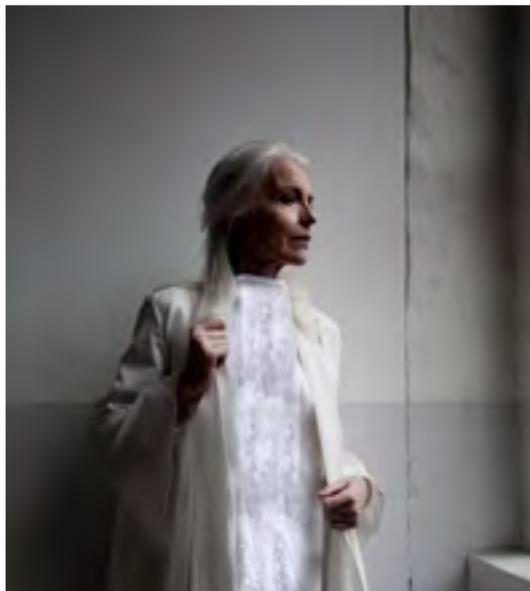


Fashion-, Grafik-, Textil-, Kreativ-, Technologie- und Softwaredesigner arbeiten gemeinsam an modernen Fashiontech-Designs, integrieren Hardwarekomponenten, schreiben Software-Algorithmen und grübeln sogar über Möglichkeiten zur Stromversorgung ihrer smarten Kleidungsstücke. „In zehn Jahren heißt es für alle Firmen: digital und innovativ oder bankrott“, sagt Fashiontech-Avantgardistin Lang zum Abschied. Wie sie das sagt, klingt es nicht drohend, sondern nach „ready to mehr“.



Das „Monitor-Kleid“ der Designerin Lina Wassong visualisiert die Herzaktivität der Trägerin. Dazu nehmen textile Elektroden an der Innenseite des Kleides die elektrischen Körpersignale auf, die ein Mikrocontroller an die auf der Front des Kleides angebrachten LEDs sendet – diese leuchten im Rhythmus des Herzschlags lila

Beim Einzelstück „Midnight Sky“ simulieren batteriebetriebene LEDs unter schwarzem Tüll den Mitternachtshimmel. „Das Kleid ist ein Traum! Es zeigt, was ‚Wearable Technology‘ alles kann – sogar einfach nur gut aussehen. Technische Funktionen und High-End-Gimmicks sind schön und gut, aber eine ansprechende Ästhetik ist eben auch wichtig. Zudem war das Kleid den gesamten Abend über ein perfektes Gesprächsthema“, sagt die Bundestagsabgeordnete Dorothee Bär, die es bei der Verleihung des Deutschen Computerspielpreises 2016 getragen hat



In das Gewebe dieses Kleides aus dem Hause „Moon Berlin“ sind lichtleitende Glasfasern eingewebt. Das Kleid mit dem Namen „Moonlight“ soll einen leuchtenden Mond in der Abendnacht symbolisieren. Es wurde bereits mehrfach verkauft



Die ehemalige Apple-Designerin und Absolventin des Media Lab am Massachusetts Institute of Technology, Bianca Cheng Costanzo, entwarf diesen Blazer, bei dem animierte Wellen über ein dezentes Display auf Brusthöhe laufen. Sie zeigen die Wasserstände des Ortes an, der der Heimat des Trägers am nächsten liegt. Stadtmenschen sollen so auf sanfte Weise die Veränderungen der Natur erfahren



Rechtsanwalt Dr. Alexander Duisberg

# Recht smart

## Juristische Aspekte leitfähiger Bekleidung

Rechtlich ist an einer leitfähigen Garderobe für Anwender und Hersteller vieles noch im Dunkeln. Rechtsanwalt Dr. Alexander Duisberg aus München von der Technologiekanzlei Bird & Bird zu einigen juristischen Aspekten von e-Textilien.

### Aus Anwendersicht:

**Wer sichert mich gegen Risiken ab, die der Kauf eines leitfähigen Textils mit sich bringt?**

Auch zum Kauf von e-Textilien wird der Abschluss von AGB und Datenschutzerklärungen gehören, damit der Käufer weiß, welche Rechte er hat. Bei Problemen kann er sich an den Verkäufer und bei Produktschäden auch an den Hersteller wenden.

**Mir macht der Gedanke an Kleidung, die elektrisch leitend ist, Angst. Wie kann ich sichergehen, dass der Hersteller alles getan hat, damit ich keinen Stromschlag bekomme?**

Es wird auf technische Zertifizierungen und absolute Produktsicherheit ankommen. Billiglohn-Produkte werden da nicht mithalten können.

**Mein e-textiles Kleidungsstück funktioniert nach zwei Wäschen nicht mehr – was nun?**

Wenn die Leitfähigkeit zu den vertraglichen Eigenschaften gehört, dann kann der Käufer sein Geld zurückverlangen. Denn natürlich muss er auch ein smartes Kleidungsstück waschen können.

**Wem gehören gesammelte Daten – auch Vitalparameter – aus smart-textiler Bekleidung?**

Weil wir kein Zivil-Eigentum an Daten kennen, kommt es darauf an, was vertraglich vereinbart und ob der Datenschutz gewahrt ist. Wenn der Kunde die Datennutzung untersagt, müssen Hersteller und Systembetreiber jede weitere Verarbeitung personenbezogener Daten unterlassen.

### Aus Hersteller-/Designersicht:

**Was muss bei der Herstellung eines e-Textils im Gegensatz zu einem herkömmlichen T-Shirt beachtet werden?**

Die Entwicklung von e-Textilien ist hohe Ingenieurskunst. Es kommt auf Produktsicherheit und datenschutzkonforme Technik an („privacy by design“). Die Leitfähigkeit der eingebauten Elektronik und Wasserverträglichkeit (Waschbarkeit) müssen für die übliche Lebensdauer der e-Textilie gesichert sein.

**Jemand verletzt sich am elektrisch leitfähigen Textilprodukt: Hat der Kunde einen Rechtsanspruch gegen den Hersteller?**

Ja. Bei üblichem Gebrauch ist das ein Fall der Produkthaftung. E-Textilien müssen so entworfen und hergestellt sein, dass sie weder den Verbraucher noch unbeteiligte Dritte schädigen.

**Worüber muss der Verbraucher aufgeklärt werden?**

Der Hersteller muss über die Produktsicherheit und nicht zugelassene Nutzungen aufklären. IT-Sicherheit und technische Zertifizierungen (nach ISO-Standards) sind genau zu prüfen. Auch Datenschutz ist ein großes Thema: Der Verbraucher muss wissen und einwilligen, wenn auf ihn rückführbare Daten erhoben werden. Bei interaktiven bzw. App-gestützten Wearables läuft das über die App-Registrierung. Wenn der Hersteller aber gar nicht wissen kann, wer der Nutzer ist und die Daten anonymisiert sind, kann er sie auch ohne Einwilligung speichern und auswerten. Das muss im Einzelfall geprüft werden.

# Smartes aus der Ferne



Ihr fliegen die Buchstaben zu: Die Tastatur des sogenannten „Keyboard Dress“ kann per iPad bedient werden

**Nicht nur deutsche Textilforschungsinstitute und -unternehmen treiben die Smarten Textilien voran. Auch international tut sich einiges. Ein sicherlich unvollständiger Überblick über Entwicklungen, Prototypen und Produkte.**

In den USA spielt vor allem intelligente Kleidung eine Rolle. So schneidert der Technologieriese Google gemeinsam mit dem Textiltraditionshaus Levi Strauss an der smarten Jeansjacke. Bei ihr dient ein Ärmel als Eingabefläche, um per Gestensteuerung via Bluetooth das Smartphone zu bedienen. Das „Commuter Trucker Jacket“ genannte Kleidungsstück soll 2017 auf den Markt kommen. Die Solar-Jacke von Tommy Hilfiger gibt es indes schon: Die in Zusammenarbeit mit dem New Yorker Photo-

voltaik-Hersteller Pvilion entwickelte smarte Jacke ist auf der Rückseite mit abnehmbaren Solarzellen bestückt, die einen 6.000-mAh-Akku in der Innentasche mit Strom speisen. Sind keine Wolken am Himmel, lässt sich so per USB-Anschluss das Handy laden. Forschungsseitig ebenfalls aus den Vereinigten Staaten: ein smarter Kapuzen-Pulli, der per Hand-Geste SMS-Nachrichten an einen vorher festgelegten Kontakt sendet, um in Notfällen schnell Hilfe rufen zu können. Microsoft Research will einen intelligenten BH auf den Markt bringen, der anhand der elektrischen Aktivität des Herzens Stresssituationen erkennt.

An der Concordia University in Montreal, Kanada, widmet sich Prof. Barbara Layne mit ihren Studierenden im Studio „subTela“ intelligenten Stoffstrukturen als Bestandteil funktionaler Bekleidung. Jüngst entwickelte das Team ein „Keyboard Dress“ genanntes Kleid, dessen auf Brusthöhe eingearbeitete Tastatur mit einem iPad interagiert, um darüber Buchstaben drahtlos auf den Körper der Trägerin zu tippen. Der „Black Touchpad Dress“ funktioniert ähnlich: Dank in den Stoff integrierter Silberfäden entsteht ein Touchpad, von dem aus sich mit dem Finger Gezeichnetes in Echtzeit übertragen lässt. Layne hatte bereits 2010 in Sachen textile Wearables auf sich aufmerksam gemacht, als sie gemeinsam mit Prof. Janis Jefferies vom Londoner Goldsmith College ein Kleidungsstück kreierte, das Heimweh „erspüren“ kann, um sogleich vorher aufgezeichnete Stimmen der Liebsten oder Lieblingsongs über die in die Kapuze integrierten Lautsprecher zur Beruhigung abzuspielen.

In der Schweiz, traditionell ein starker Medizintechnik-Standort, stehen laut Dr. René Rossi, Abteilungsleiter an der schweizerischen Forschungsinstitution für anwendungsorientierte Materialwissenschaften, EMPA, smart-textile Entwicklungen für den Medizinbereich im Forschungsfokus, zum Beispiel Projekte zur Integration von Drucksensoren in Dekubitus-Bekleidung und zur sensorbasierten Wundbehandlung.

In Tschechien arbeitet ein starkes Konsortium seit mehreren Jahren an smart-textiler Feuerwehrbekleidung, während Wissenschaftler aus Slowenien an Smart Health-Systemen auch mit Textileinsatz forschen. Ein smarter Lebensretter für Autofahrer könnte künftig aus Spanien kommen: Dort hat das Biomechanics Institute aus Valencia im Rahmen eines EU-Projekts einen Sicherheitsgurt entwickelt, der Autofahrer vor dem Sekundenschlaf bewahren soll. Er überwacht den Herzschlag des Fahrers, um ihn im Falle aufkommender Müdigkeit – und entsprechend veränderter Herzfrequenz – zu warnen. In Schweden wurde an der Abteilung „Smart Textiles“ der Hochschule Borås die weltweit erste musikalische Tischdecke (siehe Foto) entwickelt. Die aufgedruckten Drums und Pianotasten im Retro-look übermitteln Fingerberührungen als elektronisches Signal über leitfähige Fasern an einen Chip, aus angeschlossenen Lautsprechern erklingen die Klavier- und Schlagzeug-Sounds oder – je nach Programmierung – beliebige andere. Die Technologie, die zunächst wie reiner Spaß wirkt, könnte künftig im pädagogischen Kontext in Kindergärten oder als Assistenzsystem zur Warnsignalgebung in der Altenpflege eingesetzt werden. Apropos textile Musik: Designerin Naomi Knopf, Frontfrau der Band „Nano Kid“, Jazz-Musikerin Lizzy Scharnofske, auch „Body-Drummerin“ genannt, oder die Sängerin Imogen Heap bedienen sich für Bühnen-Performances spezieller e-textiler Kleidungsstücke. In Okpo-dong (Südkorea) entwickelt die Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering, einer der weltweit größten Schiffbauer, Exoskelette aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff in Verbindung mit Aluminium und Stahl. Die Werftarbeiter des Schiffbauers sollen mit dem „Robo-shipbuilder“ genannten Anzug künftig Bauteile bis zu 100 Kilogramm durch die Werkshallen transportieren können. Ebenfalls in Südkorea arbeitet die LG Innotek, eine Tochterfirma des südkoreanischen Herstellers, an flexiblen Textildrucksensoren. Die biegsamen Sensoren sollen sich vergleichsweise einfach in Textilien einweben lassen und erfassen den Druck über die gesamte Oberfläche. Das macht sie für den Einsatz im Automobil-, Bekleidungs- und Heimtextilbereich interessant, denn üblicherweise erfolgt das sensorische Messen punktförmig, heißt: weniger genau.



Mozart und Müsli: Auf der smarten Tischdecke aus Schweden lässt sich musikalisch Stoff geben



*„Wir beobachten auf unseren Textilmessen weltweit, dass das Interesse der Fachbesucher aus den Bereichen Bekleidung, Automobil, Medizin, Bau sowie Luft- und Raumfahrt an smart-textilen Produkten kontinuierlich zunimmt. Vertreter der Anwenderbranchen suchen gezielt den Kontakt zu unseren Ausstellern aus der Textilbranche, um sich über e-textile Neuentwicklungen und Alternativen zu traditionellen Ansätzen zu informieren.“*

**Michael Jänecke, bei der Messe Frankfurt Leiter der Messen Tectextil und Texprocess, die an Standorten in sechs Ländern (u. a. China, Russland und den USA) zuletzt über 80.000 internationale Fachbesucher anzogen**

# Interview

## „Es bleibt viel zu tun ...“

Bedurfte es noch eines weiteren Beweises für den langen Atem, den Forschung oft braucht – hier ist er: Bevor in den kommenden Jahren erste Massenprodukte auf smart-textiler Grundlage auf den Markt kommen, waren zum Teil 15 Jahre Forschung nötig. Einen zum Teil noch längeren Vorlauf benötigten die Themen Textilbeton und textile Implantate – bei allen drei Segmenten hat Deutschland bisher „die Nase vorn“. Fragen an FKT-Geschäftsführer Dr. Klaus Jansen.



FKT-Geschäftsführer Dr. Klaus Jansen

***Fast ein Jahrzehnt nach dem ersten Medienhype starten Smart Textiles jetzt ein zweites Mal durch. Warum dauert es eigentlich bis zu entsprechend zuverlässigen Produkten so unendlich lange?***

Wir haben es hier mit vollkommen neuen Technologien und hoch komplexen Wirkprinzipien zu tun, die Elektronik-, Mikrosystemtechnik- oder auch IT- und Multimediawissen voraussetzen. Der Anfangshype mit vielversprechenden Schlagzeilen und großem Marketingaufwand vor allem ausländischer Akteure resultierte aus Einzel-, Teilerfolgen und Markterwartungen. Am Ende war klar: Da muss noch viel geforscht und entwickelt werden, um Produkte wirklich dauerhaft nutzbar und marktreif zu machen. Und diese Entwicklung hält an; viele Herausforderungen bleiben.

***Inzwischen können elektronische Funktionen ins Gewebe integriert werden. Welche Möglichkeiten eröffnen sich damit?***

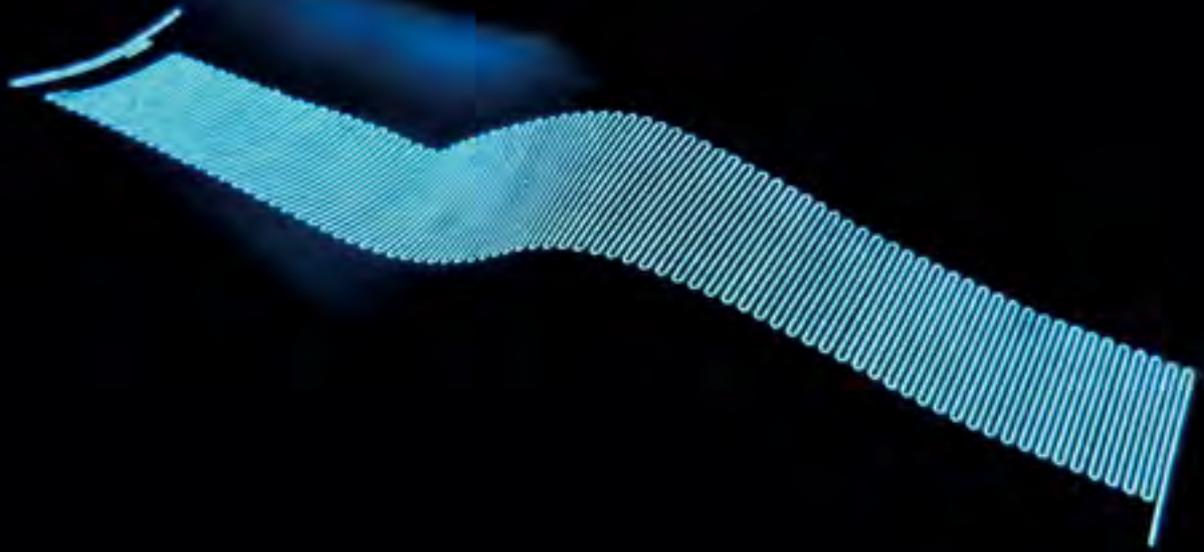
Wenn Funktionen integriert und nicht nur aufs Textil aufgesetzt, also adaptiert werden, erhalten Fasern und textile Flächen plötzlich revolutionäre Eigenschaften. Sie heizen, leuchten, können die Farbe ändern. Textilien mit Sensorfunktion ermöglichen die Erfassung von Vitalparametern, Temperatur oder Feuchte. Damit ist auch die Bahn frei für die Energieerzeugung aus Licht inklusive ihrer Speicherung in Kleidung.

***Breite Anwendungsoptionen bedeuten, dass von vornherein interdisziplinär geforscht und entwickelt werden sollte. Kann der Ist-Stand hier schon befriedigen?***

Jein – denn mehr geht immer. Es bleibt viel zu tun, um die Faser mit elektronischen Funktionen auszustatten. Hier sind viele Disziplinen gefordert, die über die bloße Textilkompetenz hinausgehen. Für diese notwendige Interdisziplinarität gibt es leider kaum passende Fördermaßnahmen.

***Was sollten Fördergeber folglich verstärkt in den Fokus rücken?***

Bis vor Jahren hatten wir seitens des BMBF einen eigenen Förderschwerpunkt Mikrosystemtechnik in Textil. Diese Möglichkeit sollte aufgrund der angesprochenen Forschungsnotwendigkeiten rund um die elektronische Funktionsintegration in faserbasierte Werkstoffe erneut ins Auge gefasst werden. Zudem gibt es weiteren Entwicklungsbedarf, der aus anderen Fördertöpfen bedient werden könnte, die aber von der Auslegung her nicht ganz passen. Eine themen- und technologieoffene Förderung durch das Programm Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) könnte dafür durchaus eine Lösung bieten, doch dafür müssten die Mittel unbedingt aufgestockt werden.



Geeignet für zahlreiche Einsatzzwecke:  
gedrucktes E-Lumineszenzmodul „8“ in Türkis

## Herausforderungen an Forschung und Produktion weiterhin vielfältig

**Elektrotherapeutische Socken, leuchtende Kleider, Shirts und Hosen mit integrierten Sensoren sowie Aktoren – Beispiele für die vielfältige „Intelligenz“ in Textilien. Für einen erfolgreichen Markteintritt müssen sie allerdings noch einige Hürden nehmen.**

### **Strom erzeugende Fasern statt starre Energiezellen**

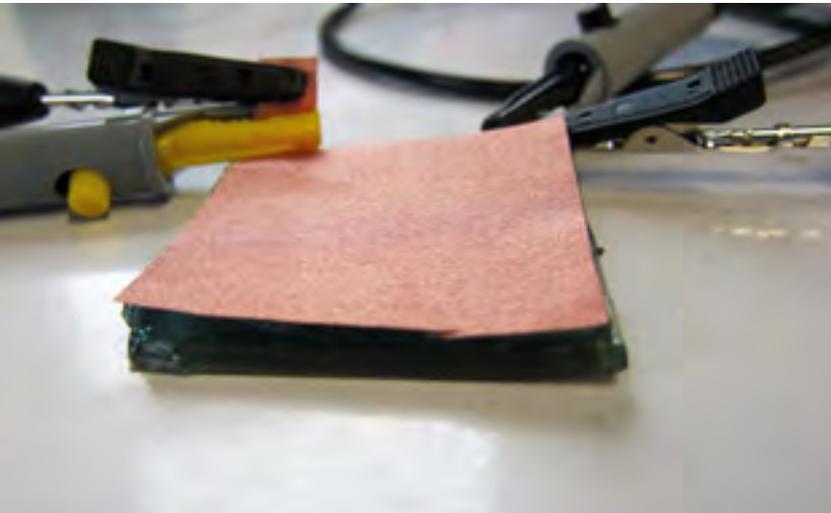
**Eines der größten Hindernisse ist die adäquate Stromversorgung. Smart Textiles hängen zumeist an umständlich zu handhabenden Batterieeinheiten, mit großen Defiziten bei Integrierbarkeit und Tragekomfort. Forscher verfolgen daher ein großes Ziel: Das Textil selbst wird zur chemischen Batterie.**

Durch Watt-to-Wear – ein von der Hochschule Niederrhein intern finanziertes Projekt mit mehreren Industriepartnern – rückt diese Zukunftsvision ein Stück näher. Möglich macht dies die Kombination jüngster Fortschritte in den Bereichen der Polymere, Materialverarbeitung, Mikroelektronik und Textil. Mit Kupfer bzw. Nickel beschichtete Elektroden – also

Anode und Kathode – werden in Gestalt von elektrisch leitfähigen Garnen in einem definierten Abstand zueinander in die textile Struktur verwebt. Ein Elektrolyt aus einer speziellen Materialkombination komplettiert die chemische textile Batteriestruktur, er sorgt für den Ladungstransport durch die gerichtete Bewegung von Ionen. Über beide Faser-Elektroden wird er flächig gedruckt oder gesprayed. Die beliebig skalierbare Textil-Batterie soll sich eines Tages unauffällig in unserer Alltagskleidung verbergen. Die als „Machbarkeitsstudie“ deklarierte Entwicklung dürfte auch den Nährboden für Folge-Projekte bereiten, weitere Smart Textiles-Komponenten auf Faserebene umzusetzen, wie Transistoren oder Temperatur-, Feuchtigkeits- und Gassensoren.

### **Verfahrenserweiterung statt Nachbearbeitung**

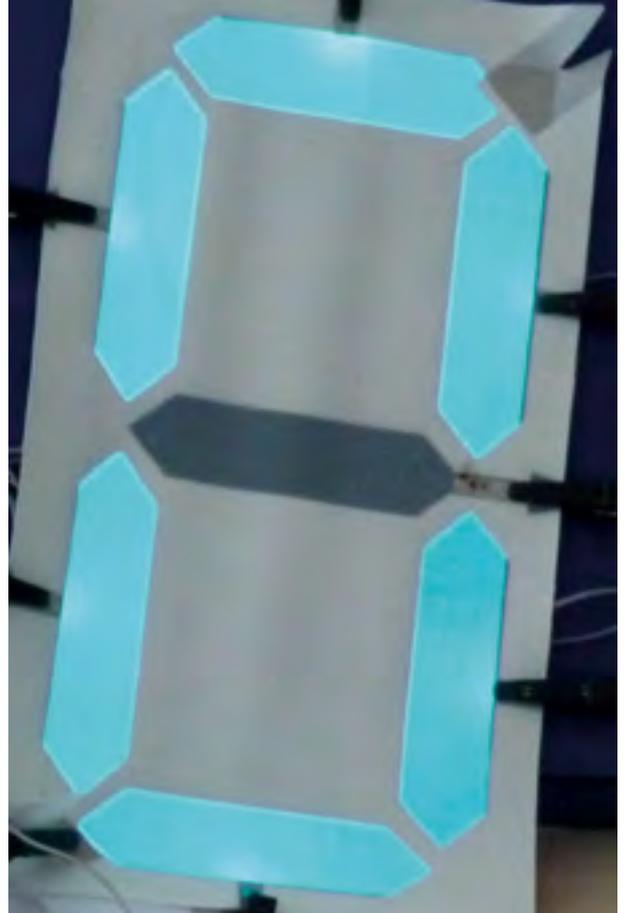
**Elektronische Komponenten für Smart Textiles lassen sich vergleichsweise unkompliziert mit gängigen Stick- und Webmaschinen fixieren. Nicht so beim vor allem in der Teppichherstel-**



oben: gestickt und biegsam: Elektrode für textile Batterien  
 unten: Smart Textiles für die Energieerzeugung: Batterie-Prototyp mit beschichteten Textilien

lung eingesetzten Tufting (siehe auch S. 20), dem Einnadeln von Garnen in ein Trägergewebe: Es gab bislang keine technische Möglichkeit, zusätzliche Fadensysteme direkt im Herstellungsprozess mit zu verarbeiten. Dabei ist absehbar, dass auch in diesem Segment die Hersteller vor der Herausforderung durch den „Einbau“ neuer Produktfunktionalitäten stehen werden.

Für die Realisierung eines neuen Technikansatzes durch das Institut für Bodensysteme an der RWTH Aachen e. V. (TFI), diesen Prozessschritt in das Tuften einzubinden, gab es Starthilfe über ein IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e. V. Berlin. Das TFI erweiterte den Produktionsprozess dahingehend, dass auch Schuss- bzw. Stehfäden zu den in Längsrichtung verlaufenden Polgarnen maschinell eingearbeitet werden. Elektrisch leitende oder leuchtende Fäden lassen sich so im Herstellungsprozess von textilen Bodenbelägen integrieren. Das innovative Eintragungssystem erspart somit eine ebenso aufwändige wie teure Nachbearbeitung. Die von den e-Filamenten erzeugte Leitfähigkeit in der textilen Fläche ist überdies eine gewünschte Eigenschaft, um statischer Aufladung vorzubeugen. Zudem sorgen die zusätzlichen Garne im Bodenbelag für eine verbesserte Zugfestigkeit.



Auf Textil gedruckt: elektrolumineszierendes 7-Segment-Display

### Gedruckte Schalter und Sensoren

Zuverlässig, leicht und möglichst kostengünstig sollen die textilen „Smarties“ sein. Naheliegender, dass deshalb mehrere Forschungsinstitute Wege suchen, Textilien intelligente Zusatzfunktionen mittels klassischer Druckverfahren zu verleihen. Am Institut für Textilchemie- und Chemiefasern (ITCF) der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung Denckendorf wird aktuell die Herstellung textilbasierter Sensoren und Aktoren durch Sieb- und Inkjetdruck vorangetrieben.

Dazu mussten zunächst elektrisch hoch leitfähige Druck- und Funktionstinten sowie Pasten auf Silber-, Carbon- und Polymerbasis entwickelt werden. Als Forscherlohn winkt eine absehbar enorme Anwendungsbreite der neuen Materialien; sie reicht von elektrolumineszierenden, also tatsächlich selbstleuchtenden Textilien, Sensoren zur Hauttemperaturmessung oder Bewegungserfassung über textile Heizelemente, auf Berührung ansprechende elektrische Schalter bis zur für das menschliche Auge unsichtbaren Markierung von Textilien oder auch Bauteilen – etwa gegen Produktpiraterie. Die Überführung der Basisentwicklungen in industrielle Anwendungen sollen nachfolgende Forschungsprojekte sichern.



## Präzise sticken mit TFP

**Sticken wird vor allem mit der Herstellung von Dekomaterialien, modischer Bekleidung oder Heimtextilien in Verbindung gebracht. Das Verfahren erobert nun rasant den Bereich der technischen Textilien. Gründe sind eine hohe Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, die gute Qualität der erzeugten Naht, die hohe Positionierungsgenauigkeit des gestickten Designs. Zudem sind Richtung und Größe der Stiche frei variierbar.**

Eine mittlerweile etablierte Methode, mit einer Stickmaschine Fasern oder auch elektrische Leiter auf einem Textil zu befestigen, ist das Tailored Fibre Placement (TFP). Über einen speziellen Stickkopf wird mit einem Zick-Zack-Stich das entsprechende Material auf dem Stickgrund fixiert. Es wird dabei von einer schwenkbaren Spule abgerollt und nicht von der Sticknadel durchstoßen, sondern von dem sogenannten Oberfaden eingeschnürt. „Auf diese Weise wird in der Industrie eine Vielzahl von Materialien auf dem Trägermaterial appliziert, darunter: Kordeln, Bänder, elektrische Kabel, Lichtleiter, Metallgarne, Carbon-, Aramid- und Glasfaserbündel (-rovings), Schläuche oder RFID-Antennen“, erklärt Prof. Dr. ir. Anne Schwarz-Pfeiffer, Fachbereich Bekleidungstechnik der Hochschule Niederrhein in Mönchengladbach. TFP bringe die notwendige Prä-

Sticken mit hoher Präzision: Prof. Dr. ir. Anne Schwarz-Pfeiffer (vorn links) begutachtet mit den Kolleginnen Prof. Dr.-Ing. Kerstin Zöll (rechts) und Marina Normann (Mitte) die Arbeit einer Stickmaschine beim Tailored Fibre Placement (TFP)

zision mit und ermögliche unbegrenzte Individualisierungsmöglichkeiten, um z. B. Lichtleiter, textile Schalter, Sensoren, Batterien für Smart Textiles exakt an der gewünschten Stelle zu platzieren. Erstmals sei das TFP-Verfahren in den frühen 1990er-Jahren vom Leibniz-Institut für Polymerforschung in Dresden vorgestellt worden; der erste Einsatz auf einer Stickmaschine erfolgte 1998.

Eine Domäne des TFP-Verfahrens ist die Fertigung von Vorformlingen für Faserverbund-Komponenten. Sie erfolgt auf CNC-gesteuerten Näh- bzw. Stickautomaten, welche die Faserbündel, sogenannte Rovings, auf einem Trägermaterial entsprechend einem zuvor berechneten Kraftfluss- bzw. Spannungs-Optimum ausrichten und befestigen. Durch die beanspruchungsgerechte Anordnung der Verstärkungsfasern lassen sich die Bauteile besser an Belastungen anpassen und der Materialeinsatz optimieren. Die Bedeutung von TFP für den Leichtbau ist längst unbestritten: Dank der Methode entstehen z. B. hoch belastbare und komplexe Serienbauteile für die Luftfahrt und den Automobilbau.

# Fäden, die WÄRMEN

**Strom erzeugt in einem Leiter durch fortwährende Umwandlung elektrischer Energie Wärme: Seit dem ersten US-Patent zu elektrisch beheizten Kleidern vor 122 Jahren (!) arbeiten Wissenschaftler auch an der textiltechnologischen Nutzung dieses Zusammenhangs. Dabei bestimmen Forscher und Entwickler deutscher Brancheninstitute und Unternehmen internationale Trends mit.**

Heizende Fäden eignen sich für eine Vielzahl von Anwendungsfeldern wie Automotive, Architektur, Medizin, Bekleidung oder Haushalt. Sie sind leicht, flexibel, weich, knickbruchbeständig, form- und sogar waschbar. Die Heizzonen können geometrisch frei gestaltet werden und lassen sich inzwischen von der Rolle fertigen.

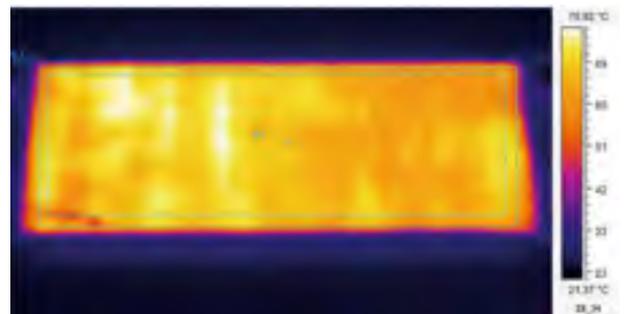
Neues Verfahren aus Krefeld:  
Test-Verkabelung und Wärme-  
bild eines textilen Heizelements

Erzeugnisse: Auto-Sitzheizflächen, Heizdecken, Fußbodenheizungen oder auch heizbare Rohrummantelungen. Vorteil der Lösung, deren prinzipielle Machbarkeit im Labor überzeugend nachgewiesen wurde: „Es treten keine Hotspots auf, die Heizwirkung ist über die gesamte Fläche gleichmäßig“, erklärt Dr. Klaus Opwis, Leiter des DTNW-Bereichs Umwelttechnologie/Katalyse. Bis fertige Produkte in Serie gehen können, müsse jedoch noch an Sicherheit und Stabilität des Basismaterials gearbeitet werden.



## Apolda: Silber auf der Haut

Strom leitende Textilien werden beispielsweise durch Beschichten mit Metall oder Einarbeiten von Fäden erzeugt. So strickt die Firma warmX im thüringischen Apolda seit 2005 in ihre selbst entwickelte und vom TITV in Greiz geprüfte Kollektion beheizbarer Unterwäsche versilberte Polyamidfäden ein. Sie erwärmen dank steuerbarer Akku-Versorgung für bis zu sechs Stunden und stufenlos regelbar die Haut im Schulter-/Nacken- bzw. Knie-/Oberschenkelbereich oder stufenweise regelbar an den Nieren oder Füßen.



## Krefeld: Heizflächen ohne Hotspots

Um einfach zu produzierendes, flächiges Heizmaterial zu gewinnen, wurde am Deutschen Textilforschungszentrum Nord-West (DTNW) in Krefeld vorwettbewerblich eine ganz neue Technologie entwickelt: die oxidative Bildung und Fixierung besonders leitfähiger Polymere direkt auf Textil. Legt man an das Material mit durchgängig niedrigem Oberflächenwiderstand von unter 10 Ohm eine Spannung von nur 12 Volt an, sind Temperaturen von über 100 °C erreichbar. Es eignet sich damit für vielerlei

## Dresden: Wärme für das E-Mobil

Gegen klamme Finger und kalte Füße in Elektromobilen, die ohne konventionelle Motorabwärme temperiert werden müssen, richtete sich ein Vorlauforschungsprojekt des Instituts für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden. Für ein wohlige Wärme verheißendes flächiges Heizungssystem waren aus Platz- und Gewichtsgründen textile Strukturen erste Wahl. Die Herausforderung: Es sollte eine Technologie entwickelt werden, mit der im Zuge des präferierten, weil



Automobile Heizstrukturen: Christian Franz vom ITM beim Justieren des Schusseintragsystems

variablen und hoch produktiven Abstands-Kettenwirkverfahrens der Heizfaden direkt in das Gewirk integriert werden kann, statt ihn nachträglich aufzubringen.

Das gelang durch Entkoppelung der Fadenlegung vom Maschenbildungsprozess mithilfe eines variabel versetzbaren Fadenlegers und eines Haltekamms, der den Faden außerhalb der Wirkstelle zwischenspeichert. Im richtigen Moment wird er von einem Stechkamm an die Wirkstelle transportiert und dort durch die Maschenbildung fest im Gewirk fixiert. Projektergebnisse waren laut ITM-Projektbearbeiter Christian Franz zwei unterschiedliche automobiler Heizstrukturen: einerseits eine klassische Sitzheizung mit einer in ein acht Millimeter starkes Abstandsgewirk integrierten Kupferlitze als Heizfaden. Sie sichert ein schnelles Aufheizen bis auf 73 °C. Zudem entstand eine Heizstruktur für ein Türinsert – also für textile Flächen an der Türinnenseite von E-Mobilen. Ein durchgängiger Verlauf des ebenfalls in einem Arbeitsschritt fixierten Heizfadens gewährleistet laut Franz ungeachtet denkbarer Verengungen oder Durchbrüche etwa für eine Lautsprecherbox eine

gleichmäßige Aufheizung. Gegenüber konventionellen Herstellungsverfahren werde so eine Produktivitätssteigerung um 100 Prozent gesichert.

### **Bönnigheim: Wissen schafft Marktchancen**

Auch den Ansatz von 1894, behaglich beheizbare Bekleidung herzustellen, verfolgt die Forschung heute weiter. Um die Hersteller mit Informationen für die Produktion bekleidungsphysiologisch optimierter sowie technisch und funktionell überzeugender Ober- und Unterbekleidung zu versorgen, arbeiteten Forscherteams um Dr. Edith Claßen an den Hohenstein Instituten, Bönnigheim, und Ferry Siegl am TITV in Greiz zwischen 2013 und 2015 in einem IGF-Projekt zusammen. Ergebnis umfassender Marktstudien, eigener Analysen, Tests und Entwicklungsarbeiten war ein ganzer Katalog von Empfehlungen, wie beheizbarer Bekleidung hinsichtlich des Tragekomforts und der technischen Leistungskraft zu deutlich mehr Akzeptanz am Markt verholfen werden kann. Gleichzeitig entstand ein leistungsfähiges mobiles Heizsystem zur gesteuerten Versorgung aller für solche Bekleidung relevanten Körperstellen.

# Fäden, die INFORMIEREN

**Der Zugang zu Informationen bestimmt zunehmend unser Leben. Damit Textilien noch stärker zur Informationserfassung und -übermittlung beitragen können, wird an ihrer smarten Ertüchtigung in großer thematischer Bandbreite und enger Zusammenarbeit mit der Industrie geforscht.**

Besonderes Augenmerk gilt dabei dem Schutz, Erhalt und der Wiederherstellung der Gesundheit – in allen Altersstufen. Dafür entwickelte das Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf (ITV) mit dem Bekleidungshersteller Kids Fashion Group (KFG) aus dem baden-württembergischen Pliezhausen gleich mehrere Lösungen zur Erfassung von Vitalparametern. So ermöglicht ein spezieller Baby-Body

Betreuung herz- und kreislaufferkrankter Senioren. Der kontinuierliche Transfer von Informationen mittels funktionsintegrierter Kleidung gestattet die medizinische Begleitung der alten Menschen in den eigenen vier Wänden; im Fall des Falles werden „per Unterhemd oder T-Shirt“ sofortige Notfallinformationen an Betreuer oder Rufzentralen abgesetzt. KFG-Logistikchef Gabor Holzmeister warnt, den Entwicklungsaufwand solcher Projekte zu unterschätzen. Die Sicherung von Tragekomfort, guter mechanischer Belastbarkeit der Kleidung, gesicherter Messkontinuität und Waschbeständigkeit habe sich für alle Partner als wahrhaft anspruchsvolle Aufgabenstellungen erwiesen.



mit integrierten Sensoren das drahtlose Monitoring von Herzschlag, EKG, Atmung, Körpertemperatur und -feuchtigkeit von Kleinkindern. Die Daten werden aufgezeichnet, übermittelt und analysiert; bei bedrohlichen Werten wird eine Alarmfunktion aktiviert.

Das Grundprinzip bewährt sich auch in anderen Anwendungsbereichen, so der telemedizinischen

Schusssichere Datenzentrale:  
multifunktionale Schutzweste SMARTPRO

## Schutz für Leib und Leben

Hoher Forschungs- und Entwicklungsaufwand muss nach Feststellung einiger Textilforschungsinstitute ebenfalls für die Implementierung bekleidungsintegrierter Informationsfunktionen zu Sicherheits- und Monitoringaspekten für Berufsgruppen betrieben werden, die besonderen Gefahren ausgesetzt sind. Die Herausforderungen für entsprechend ausgerüstete Einsatzbekleidung von Feuerwehrleuten, Katastrophen Helfern und Sicherheitspersonal sind oft sehr komplex: Arbeit für eine Reihe von Instituten in Denkendorf, Aachen und Greiz. Im Rahmen des EU-Verbundprojekts SMARTPRO forschen beispielsweise Mitarbeiter des Instituts für Textiltechnik der RWTH Aachen University (ITA) noch bis Herbst 2017 an schusssicherer, aber zugleich leichter Schutzbekleidung für die Polizei. Die Weste soll eine textilbasierte Positionsbestimmung und Datenübermittlung an die Zentrale ermöglichen. Dabei werden auch die Körperfunktionen überwacht und gesendet. Damit ist die Textilforschung bei der Entwicklung von intelligenter Schutzkleidung für die Personensicherheit angekommen.

Geht es nach dem TITV, sollen in zivilen Pkw demnächst ebenfalls smart-textile „Informanten“ zum Zuge kommen: Die Greizer Ingenieure haben in Sitzbezüge Sensoren integriert, die kontinuierlich Puls, Herzfrequenz und Muskeltätigkeit des Fahrers messen. Deuten die kabellos erfassten Werte auf Ermüdung hin, wird optisch signalisiert: „Rechts ran, Pause!“ Das System soll künftig sogar durch mehrere Lagen Bekleidung funktionieren.

### Prozessoptimierung in Großwäschereien

In der Industrie werden auf Information ausgerichtete textile „Smarties“ zunehmend eingesetzt, wenn es um Prozessoptimierung geht. Beispiel Großwäsche-



Zusatznutzen via Oberfläche:  
funktionalisierende Fadenbeschichtung im TITV

Schutz vor Unfällen:  
Smarter Autositz warnt Fahrer bei Ermüdung

reien: Gewerbliche Trockner ab etwa 40 Kilogramm Fassungsvermögen arbeiten derzeit meist mit einer zeitbasierten Prozesssteuerung, die nicht auf die spezifische Beschaffenheit des Wäschepostens reagiert. Während des Trocknungsvorgangs ließ sich die textile Restfeuchte bisher nicht bestimmen. Wissenschaftler des wfk – Cleaning Technology Institute in Krefeld wollen nun mit Partnern vom Sächsischen Textilforschungsinstitut in Chemnitz erstmals eine energieoptimierte Prozessregelung durch kontinuierliche Erfassung des tatsächlichen Feuchtegrads über einen textilen Restfeuchtemonitor entwickeln. Dieser soll aus Sensorfasern in einer textilen Matrix, einem RFID-Chip und einer Monitorantenne zum Energie- und Datenaustausch mit einem Kommunikationsmodul (Antenne, Messrechner, Software) außerhalb des Trockners bestehen. „Wir wollen einerseits Konzepte zur Fertigung dieser Restfeuchtemonitore erarbeiten, andererseits den Wäschereien eine Technologie mit Material schonenden Trocknungsbedingungen und möglichst geringem Energieaufwand für ihre Maschinen bereitstellen“, sagt wfk-Abteilungsleiter Prof. Hans Günter Hloch.





# SmartTex-Netz

## International am Faden 2.0

**Der Markt für Textilien mit außergewöhnlichen Eigenschaften wächst rasch. Textilien, die Strom leiten und erzeugen, Wärme oder Kälte produzieren oder mit integrierten medizinischen und technischen Sensoren Signale und Informationen übermitteln, sind für viele Branchen spannend. Ziel des Thüringer SmartTex-Netzwerkes mit multinationalem Anspruch ist es deshalb, Smarte Textilien interdisziplinär zu entwickeln und einzusetzen.**

Derzeit ziehen bei SmartTex mehr als 50 Netzwerkmitglieder aus fünf Ländern gemeinsam an einem smart-textilen Strang: Unternehmen der Textilindustrie, der Energie- und Kunststofftechnik, Hightech-Schmieden und die beiden Textilforschungsinstitute aus dem Freistaat. Gemeinsame Anliegen sind die Bündelung vorhandener Forschungs- und Entwicklungskompetenzen sowie vor allem die Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse für industrielle Anwendungen – damit der Weg von der Idee zum Produkt bei mittelständischen Herstellern schneller zum Ziel führt. So lassen sich Größennachteile kleiner und mittlerer Unternehmen gegenüber Großfirmen und Konzernen etwas relativieren. Denn kostspielige Produktinnovationen mit oft beträchtlichem wissenschaftlichen Input können sich in der Regel sonst nur die Großen leisten. Kooperation, Förderung und Vernetzung hingegen machen aus der Vielzahl einzelner Player gebündelt ernst zu nehmende Schwergewichte.

### Faserbasiertes Energie-Harvesting

In den vergangenen Jahren wurden im Netzwerk bereits ein Dutzend neuartige Technologien entwickelt und getestet, um Textilien mit zusätzlichen Funktionen auszustatten. Ein Beispiel liefert das Verbundprojekt PieTex, in dem auch das Thüringische Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung

TITK eingebunden war. Im Ergebnis liegen flexible faserförmige Sensoren und Aktoren auf Basis piezoelektrischer Polymere vor. Deren Einzelfasern können wie Sensoren Schwingungen erfassen und andererseits in großer Zahl in einem textilen Verbund Energie erzeugen.

Der aus sogenanntem Energy Harvesting (Gewinnung kleinerer Energiemengen) bereitgestellte Strom reicht aus, um die Sensorinformation drahtgebunden oder drahtlos an eine Auswertungseinheit zu senden. Bei größeren Flächen ist auch die Energieausbeute höher, die z. B. ganze elektronische Systeme versorgen kann. Dies würde mobile Technologien z. B. in „intelligenten“ Kleidungsstücken von Batterien unabhängig machen bzw. bei stationärer Technik dem Nutzer den umständlichen Anschluss ans Elektronetz ersparen.

Bei einem weiteren Netzwerk-Verbundprojekt, TexSiSolar, wurden textile Silizium-Solarzellen auf einzelne Glasfasern bzw. auf flächige Fasergewebe aufgebracht. Die so entstandenen Demonstratoren sind wesentlich leichter als herkömmliche Photovoltaik-Elemente, äußerst flexibel, halt- sowie belastbar und lassen sich zudem kostengünstig und großflächig produzieren. Die ultraleichten Solarmodule sind interessant z. B. für den Einsatz in der Automobilindustrie oder in/an Gebäuden. Solarzellen auf Einzelfasern eignen sich auch für die Stromversorgung von elektronischen Bauelementen, z. B. in Verbindung mit Lichtleitern.

### Projekt Smart Jacket

Von SmartTex aktuell betreute Forschungs- und Entwicklungsprojekte befassen sich auch mit der Entwicklung eines textilen Thermogenerators, einer ultraleichten, mobil nutzbaren und eichfähigen textilen Waage für Transporte oder mit dem Smart Jacket der Strickmanufaktur Zella GmbH – einer Oberbekleidung für Menschen mit motorischen Einschränkungen.



Drucksensitiver Hightech-Handschuh mit 24 Sensoren: warnt vor Überlastungen bei Kraft beanspruchenden Tätigkeiten bzw. überwacht Therapieerfolge

kungen. Die „intelligente“ Neuheit vereint sowohl elektrische Funktionen für die drahtlose, intuitive Steuerung von Geräten und Systemen wie deren Ein- und Ausschalten als auch die Vorteile einer bequem zu tragenden Strickmode. Das Smart Jacket besitzt dabei alle Pflegeeigenschaften einer gewöhnlichen leicht zu reinigenden Strickware. Ergebnis des Projekts ist ein voll funktionsfähiges Ärmелеlement einschließlich Schaltflächen, Elektronik und Stromversorgung als Demonstrator. Es schließen sich nun Tests zur Entwicklung der Marktreife an.

### Neulanderschließung im Netz

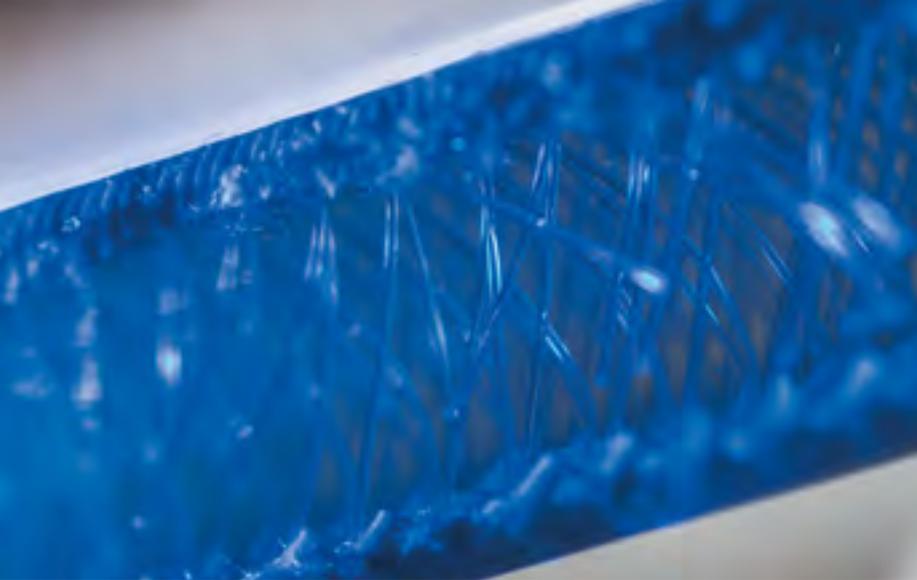
Wer sich in Sachen Smart Textiles engagiert, betritt ununterbrochen Neuland. Diese Erfahrung sammelte das Netzwerk-Koordinationsbüro richter+partner aus Weimar nicht nur einmal. Das Team um Geschäftsführer Klaus Richter veranstaltet regelmäßig branchenübergreifende Workshops und Symposien, initiiert Forschungsprojekte, ist aktiv auf Fachmessen vertreten, veranstaltet Informationsreisen für Mitglieder und akquiriert Förder- und Drittmittel. Seit der Gründung von SmartTex 2011 wurden auf diese Weise Forschungs- und Entwicklungsvorhaben mit einem Finanzvolumen von mehr als 10 Mio. Euro initiiert und begleitet.

Das Netzwerk für mehr textile Intelligenz wurde mit Unterstützung des Verbandes der Nord-Ostdeutschen Textil- und Bekleidungsindustrie sowie des Thüringer Wirtschaftsministeriums systematisch aufgebaut, um den mittelständischen Textilunternehmen neue Wachstumsfelder zu eröffnen oder überhaupt eine Überlebenschance aufzuzeigen. Um den Wissenstransfer und die vielfältigen Kooperationen abzusichern, wird das SmartTex-Netz vom Land Thüringen gezielt unterstützt. Ende 2015 erhielt das Netzwerk vom zuständigen Ministerium einen weiteren Förderbescheid; die Arbeit kann also auch in den nächsten Jahren fortgeführt werden. Projektmanager

Richter zeigt sich zuversichtlich: „Es bestehen gute Chancen, dass durch SmartTex kleine und mittelständische Unternehmen aus Thüringen mit ihren funktionalisierten textilen Produkten international erfolgreich sein werden.“



Hingucker auf der mtex+ 2016 in Chemnitz: Sensor-Socke als Ergebnis eines Projekts im SmartTex-Netzwerk



Mikro-Wasserwirbel in Abstandsgewirken: Effizienzsprung bei Solar-Panelen



SmartTex-Netz-Begründer und Transferbeschleuniger:  
ITP-Geschäftsführer Dipl.-Ing. Klaus Richter

# Gelebter Transfer

**Kann man mit textilen Eigenentwicklungen Geld verdienen, ohne eine einzige Textilmaschine zu besitzen? Die ITP GmbH in Weimar beweist seit 15 Jahren: Das geht.**

Wärmen, Kühlen, Leuchten, Sensorik und Aktorik: Kein smart-textiler Anwendungsbereich, in dem das multidisziplinäre Team aus Forschungsingenieuren nicht schon seinen im Firmen Kürzel komprimierten Anspruch umgesetzt hätte: innovative textile Produkte schaffen. Zwar wird auf Kundenwunsch auch produziert, primär sehen sich die Weimarer jedoch als Auftragsentwickler und Mittler zwischen Forschung und Industrie. Der gravierende Unterschied zu klassischen Transferstellen: „Es sind meist eigene Produkte, die wir mit Partnern entwickeln und dann auch selbst vermarkten“, erklärt Firmenchef Klaus Richter.

## Frei von Maschinen und Wettbewerb

Die wiederkehrende zentrale Herausforderung ist dabei laut Richter, die vom Kunden gewünschte Funktionalität zu erreichen. Wenn anschließend über Verkauf oder Lizenzvergabe der Ertrag gesichert ist, wendet sich das Unternehmen mit wechselnden Verbündeten – von Textilforschungs- über Leibniz-, Fraunhofer-Institute oder Hochschulen – neuen Projekten zu. Aus dieser speziellen Freiheit der Forschung erklärt sich die branchenübergreifende Erfahrungsbreite des ITP-Teams, aber auch die völlige Absenz eines Maschinenparks: „Was man nicht besitzt, muss man nicht auslasten.“ Echten Wettbewerb für das ungewöhnliche Geschäftsmodell gibt es keinen, dafür viele spannende Transfer-Resultate.

## Neuprodukte startbereit

Ein holländischer Kältetechnikausrüster wünschte sich unlängst eine Arbeitsschutzbekleidung mit Silikat-Aerogel-Füllung. Der für Bauanwendungen gedachte Dämmstoff erwies sich jedoch schnell als zu steif. Die ITP entwickelte daraufhin mit dem Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland in Greiz ein patentgeschütztes Zellulose-Vlies, dessen feine Fasern sich mit Aerogel-Partikeln füllen lassen. Das extrem leichte, hoch dämmende Vlies eignet sich für Bekleidung, den Fahrzeugbau und Medizineinsatz. Der Fertigungsstart ist für 2017 geplant; Lizenznehmer stehen schon bereit.

Oder: Erwärmen sich Solar-Paneele zu stark, sinkt die Stromausbeute deutlich. Übliche Lösungsansätze leiden unter Effizienzverlusten durch ungleichmäßige Kühlung der Flächen. Die ITP-Experten erschlossen zwecks Abhilfe eine Materialeigenschaft textiler Abstandsgewirke: Von Wasser durchströmt, erzeugen die senkrechten Stege der Gewirke zahllose Mikrowirbel – und sichern so eine gleichmäßige Kühlung. Ein deutsch-holländisches Konsortium beginnt gerade mit der Lizenz-Produktion entsprechender textiler Wärmetauscher zur Montage hinter den Paneele – 8 Millimeter stark und 2 x 1 Meter groß. Aktuell arbeiten die Technologen vom Weimarer Goetheplatz an einem flexiblen thermoplastischen Material auf textiler Basis, in das elektronische Elemente und Funktionen einfach eingepresst werden können. Gestrickte Prototypen existieren bereits.

# Airbag für Bauarbeiter

**Smart Textiles-Experten des Instituts für Textiltechnik ITA der RWTH Aachen verbindet mit Fachkollegen aus der Republik Korea eine über Jahre erprobte Zusammenarbeit. Bislang größter gemeinsamer „Coup“ im Rahmen der bilateralen Forschungs Kooperation Dream2Lab2Fab: ein ScaffBag genannter Airbag für Bauarbeiter.**

Das tragbare Airbag-System soll ab 2017 Arbeiter, die der Gefahr gefährlicher Stürze ausgesetzt sind, vor schweren Verletzungen bewahren. Kommt es zu einem Sturz, detektiert ein getragener Sensor die Bewegung innerhalb kürzester Zeit und aktiviert eine Gaskartusche, die den Luftsack innerhalb von weniger als 100 Millisekunden befüllt. Weil der in einem Stück gefertigte Airbag reißfest sowie elastisch ist und ein hohes Füllvolumen aufweist, mildert er den Aufprall stark ab. Das Gewebe wurde am ITA entwickelt. Der koreanische Partner SAENAL TECH TEX CO., LTD ist für die industrielle Produktion der Gewebe verantwortlich, während die Beschichtungstechnologie vom Dyeing and Finishing Technology Institute (Dyotec) beigesteuert wird. Der deutsche Weltmarktführer für Lawinenairbags, ABS Peter Aschauer GmbH, ist für die Entwicklung des Sensor- und Befüllungssystems verantwortlich. Finanziert wird die Entwicklung dieser neuartigen persönlichen Schutzausrüstung mit Fördergeldern aus dem Bundeswirtschaftsministerium (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) und dem südkoreanischen Wirtschaftsministerium MOTIE.

2015 wurde die Dream2Lab2Fab-Forschung zwischen Aachener Textilforschern und Wissenschaftlern der privaten Sungkyunkwan University in Seoul mit einem Gesamtetat von 20 Mio. Euro angeschoben. Die Beteiligten wollen im Verbund mit Industriepartnern die Entwicklung wirtschaftlicher Produktionstechnologien für Smart Textiles vorantreiben. Dazu sollen verschiedene Wissensdatenbanken aus unterschiedlichen Branchen kombiniert werden. Von den produktnahen Forschungsergebnissen, so die Initiatoren, dürfen vor allem kleine und mittlere Unternehmen Impulse in Form von Innovations-Input erwarten.

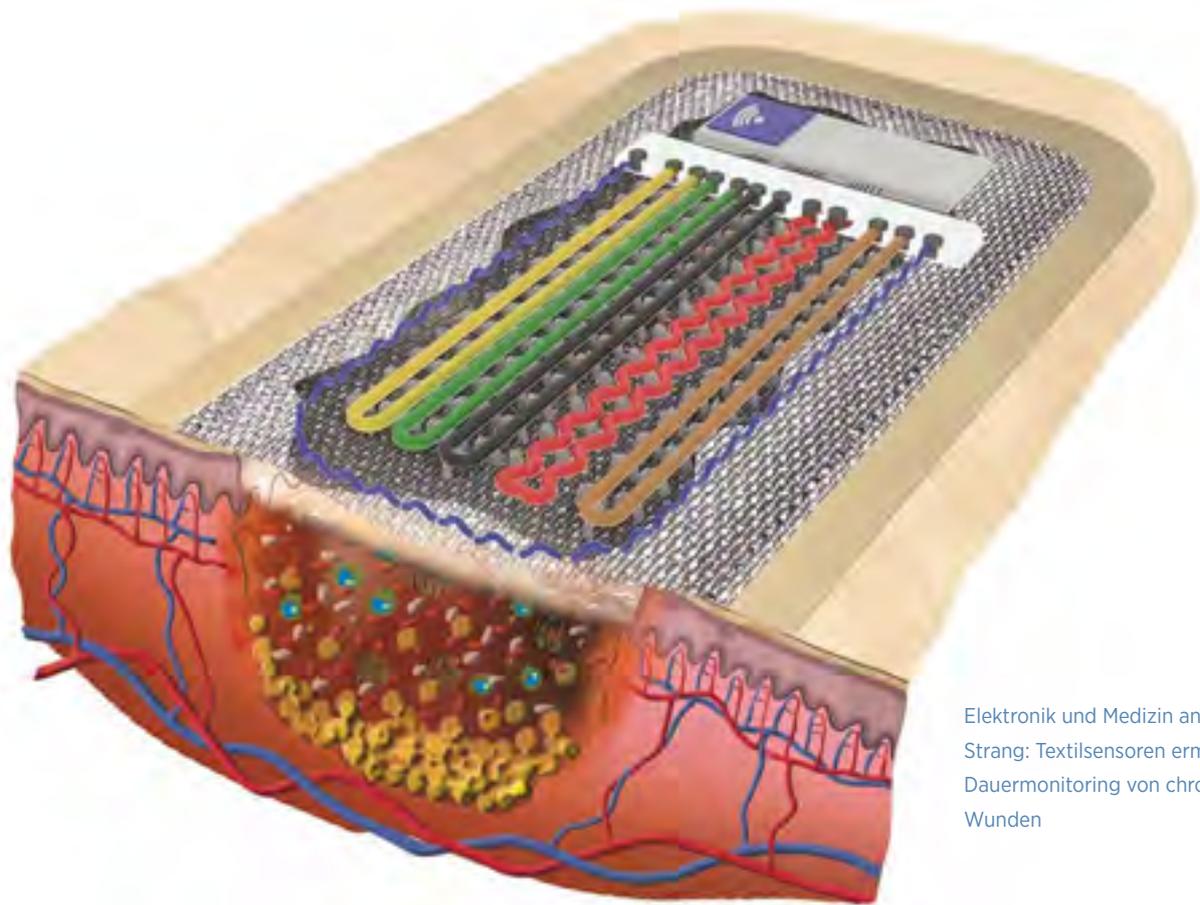
Die Vereinbarung mit der koreanischen Seite sieht ferner vor, wechselseitig Forschungsinstitute im südkoreanischen Suwon bzw. in Aachen zu eröffnen. Durch das Dream2Lab2Fab-Projekt ist auch eine

verstärkte Zusammenarbeit zwischen ITA und dem Korea Institute of Industrial Technology KITECH sowie dem Forschungs- und Entwicklungszentrum des koreanischen Klebstoffherstellers Unitech zu erwarten – beide sind in Aachen bereits mit einer Niederlassung vertreten. Mit markttauglichen Entwicklungsergebnissen rechnen die Organisatoren erst zu Anfang des nächsten Jahrzehnts, wenn das Projekt nach sechs Jahren ausläuft.



oben: Prototyp des Bauarbeiter-Airbags: Der ScaffBag (hier ohne Befüllungstechnik) entfaltet sich bei einem lebensgefährlichen Sturz blitzschnell

Bilaterales Forschungsvorhaben Dream2Lab2Fab im Oktober 2015 unter Dach und Fach: Repräsentanten der südkoreanischen Sungkyunkwan University und des Aachener ITA nach der Vertragsunterzeichnung



Elektronik und Medizin an einem Strang: Textilsensoren ermöglichen Dauermonitoring von chronischen Wunden

## Medizintextilien interaktiv

**Medizin, Gesunderhaltung, Pflege bzw. würdevolles Altern in den eigenen vier Wänden: Technische Textilien haben in diesen vier ineinandergreifenden Themenfeldern mit Stents, textilen Implantaten, Kompressionsgeweben oder antibakteriellen Fasern längst ihren Platz. Jetzt verlassen gerade erste Smart Textiles-Lösungen in Form von faserbasierter Wundsensorik, e-Textilien zum Langzeitmonitoring oder textiler Aktorik die Forschungslabore. Beispiele aus Dresden, Aachen, Bönningheim (Baden-Württemberg) und Höhenkirchen (Bayern).**

### Signale vom Heilungsverlauf

Dresden. Mit einem Verfahren zur Überwachung chronischer Wunden durch textile Mini-Sensoren sind Textilforscher aus der Elbestadt Partner der klinischen Dermatologie. Wissenschaftler der Institute für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) bzw. für Festkörperelektronik (beide TU Dresden) sowie des TITV in Greiz legen mit zwei BMWi-geförderten Forschungsprojekten zwischen 2013 und 2017 Grundlagen für ein patientenfreundliches Wundmonitoring. Im Rahmen des

Vorlauftforschungs-Projekts gelang es bereits, entsprechende Sensoren stücktechnisch zu modularen Sensornetzwerken auch auf nicht textile Trägermaterialien aufzubringen und messtechnisch zu koppeln. In den kommenden Monaten sollen komplette Wundverbände auf dieser Grundlage konzipiert werden.

Wie Projektleiterin Dr. Dilbar Aibibu ergänzend erläuterte, bestehe das Ziel der Forschungen darin, miniaturisierte, hoch flexible und hauchdünne Textilsensoren mit wundspezifischer Empfindlichkeit und längerer Verweilzeit in Verbandsysteme zu integrieren, um so physiologische Parameter oder Störungen im Heilungsprozess mit objektiven Messdaten zeitnah erfassen zu können. Nach Abschluss des zweiten IGF-Projekts Ende 2017 solle die neue Methodik zunächst im Tierversuch getestet werden, so die ITM-Forschungsgruppenleiterin Bio- und Medizintextilien. Die flexiblen Messsysteme sind auch für die Funktionsüberwachung von Implantaten wie künstliche Knochen, textile Gefäßprothesen oder Herniennetze interessant. Denkbar sind ebenfalls Anwendungen im Freizeit- und Sportbereich, wenn

es um Langzeit-Aufzeichnungen von Vitalparametern geht.

Zurück zur Wundsensorik: Durch kontinuierliches Monitoring auf dieser Grundlage versprechen sich die projektbeteiligten Fachärzte ein besseres Verständnis der Zusammenhänge solcher relevanten Wundparameter wie Temperatur, Konzentration der reaktiven Sauerstoffspezies, pH-Wert und Lactat-Gehalt für den Heilungsprozess. Im Vergleich zu bekannten textilbasierten Sensoren, die durch äußere Einwirkungen und eine daraus folgende Änderung der Sensorgeometrie solche Parameter wie Zug, Druck oder daraus abgeleitet Biegung bestimmen können, ermöglichen die Mini-Sensoren das Monitoring komplexer, physiologisch und chemisch relevanter Faktoren.



Moosgestrickte Elektroden aus silberbeschichtetem Garn: Das ITA erforscht und entwickelt seit Jahren textile Elektroden

### EKG-Shirt als Ziel

Aachen. Die Entwicklung textiler Elektroden zur Körperfunktionsüberwachung und zur Elektrostimulation gehört seit Jahren zu den Kernaufgaben des Bereiches Smart Textiles am Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen. Während im ersten Fall Textilelektroden als Sensoren eingesetzt werden, um Vitalparameter (EKG, EEG oder EMG) zu erfassen, erhalten sie bei der Elektromyostimulation oder der Transkutanen Elektrischen Nervenstimulation (TENS Therapie) aktorische Eigenschaften, um Stromimpulse in den Körper einzuleiten. Beide Elektrodenvarianten lassen sich in Kleidungsstücke wie T-Shirts oder Unterwäsche oder in orthopädische Hilfsmittel wie Lumbalbandagen integrieren und bieten dem Anwender ein hohes Maß an Mobilität – zuhause, am Arbeitsplatz oder in der Freizeit.

Das ITA forscht parallel an mehreren Smart Textiles-Lösungen im Medizinbereich. Neben der Zustandsüberwachung von Wunden mittels in Wundauflagen integrierter Sensorik zur Messung von Temperatur und Feuchte zielt ein 2016 gestartetes europäisches Telemetrie-Forschungsprojekt auf die

Entwicklung eines neuartigen EKG-Shirts. Im Projekt CAST arbeiten Aachener Textilforscher und Herzspezialisten mit deutschen und portugiesischen Mittelständlern und dem Herz-Kreislauf-Forschungs- und Entwicklungszentrum der medizinischen Fakultät an der Universität von Porto (Portugal) zusammen. Das konzipierte elektronische Hemd zur Langzeiterfassung und -analyse von Herzsignalen von Patienten beispielsweise mit Vorhofflimmern soll einen Beitrag zur besseren Risikobewertung leisten und den Ferndialog zwischen Patient und Facharzt verbessern.

### Weste zur Sauerstoffversorgung

Bönnigheim. Der Heilbronner Medizintechnikhersteller Xenios AG und das im Stuttgarter Raum ansässige Hohenstein Institut für Textilinnovation wollen den letzten Lebensabschnitt von Patienten mit unheilbarer COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease, „Raucherlunge“) erleichtern. Mithilfe textiltechnischer Komponenten wird derzeit eine tragbare künstliche Lunge in Form einer Funktionsweste entwickelt. Manche COPD-Patienten sind auf eine Außenlunge angewiesen, die – angeschlossen



Future-Shape schlägt mit intelligenten Sensorböden und -matten ein neues Anwendungskapitel für Smart Textiles auf: Firmenchefin Christl Lauterbach mit großflächigen Sensorsystemen (Bild links); elektronische Auswertung der Ganganalyse von Heimbewohnern mit Präventiv-Informationen für das Betreuungspersonal (rechts)

an den Blutkreislauf – jenen Gasaustausch ermöglicht, den das geschädigte Organ nicht mehr leisten kann. Tragbar statt bisher stationär bedeutet für die Patienten, plötzlich wieder mobil zu sein und aktiv an allen Therapien im Krankenhaus teilzunehmen. Erste klinische Einsätze sind ab 2017 geplant.

Obwohl die künstliche Lunge ohne textilintegrierte Elektronik als wesentliches „smart-textiles Bestandteil“ auskommt, spricht Prof. Dr. Dirk Höfer, Direktor des Hohenstein-Fachbereichs Hygiene, Umwelt & Medizin, dennoch von Textilintelligenz. „Wir definieren smart so, dass Textil an zwei Stellen wesentliche medizinische Funktion übernimmt: den Luftaustausch über Hohlfasern und die Tragbarkeit der Applikation mittels textiler Weste. Ohne diese Merkmale könnte das Produkt den Patienten nicht helfen.“

Kern der nur wenige Kilogramm schweren Innovation ist ein Gelege von Polymethylpenten (teilkristalliner Thermoplast)-Matten, durch die das Blut zwecks Gasaustausch (Kohlendioxidentfernung, Sauerstoffanreicherung) gepumpt und dann wieder in den Kreislauf des Patienten zurückgeführt wird. Den Entwicklern gelang es, das Equipment für den Gasaustausch gewichtsmäßig im Vergleich zum bisherigen Stand der Technik zu halbieren. Dank dieser Miniaturisierung wird die „Lunge“ überhaupt erst tragbar.

### Unter Teppich & Parkett

Höhenkirchen. Nach zehnjähriger Produktentwicklung öffnen sich für großflächige Sensor-Bodenbeläge, die mit Menschen jenseits von Kameras und Bewegungsmeldern interaktiv und damit anonym agieren, neue kommerzielle Anwendungsbereiche. Vom patentieren Touchscreen unter Fußboden und

Parkett (in isolierender Polyurethaneinbettung sogar unter Fliesen und Marmor möglich) profitieren, Stichwörter Sturzalarm und -prophylaxe, zunächst Senioren-Wohnanlagen und Pflegeheime sowie – wenn es um Einbruchsicherheit geht – künftig vielleicht auch Wohnungen, Kanzleien und Büros.

Die auch an Wänden und hinter Glas anwendbare SensFloor®-Technologie der Future-Shape GmbH wurde jetzt mit Blick auf das Internet der Dinge durch neue Applikationen wie Ganganalyse und Langzeitmonitoring erweitert, die in standardmäßige Gebäudeautomatisierungssysteme integrierbar sind. Wollte man nur jeweils einen Nutzen je Funktion benennen, dann vielleicht diesen: Wenn das Sensortextil samt Auswertesoftware charakteristische Gangmuster von Patienten bzw. älteren Menschen in den eigenen vier Wänden „produziert“, können Ärzte besser zwischen gefährdeten und ungefährdeten Personen unterscheiden – sagt doch die Gangart viel über den Gesundheitszustand des Menschen aus. Demnächst soll es einen ersten klinischen Anwendungstest geben. Dank der jetzt möglich gewordenen Langzeitanalyse wiederum, die typische Bewegungsmuster wie nächtliches Hin- und Herlaufen von Alzheimer-Patienten oder von Schlaganfallpatienten in der Rehabilitationsphase erkennen lässt, kann die Betreuungsqualität verbessert werden.

„Wir sind als Forschungs- und Entwicklungsfirma an einem Punkt angelangt, wo wir aufgrund der jetzt auch im Inland gestiegenen Nachfrage nach einem Produktionspartner für zunächst mehrere Zehntausend Quadratmeter SensFloor®-Matten im Jahr suchen“, erläutert Christl Lauterbach, Gründerin und Geschäftsführerin der Hightech-Firma.

# Fäden, die STROM ERZEUGEN

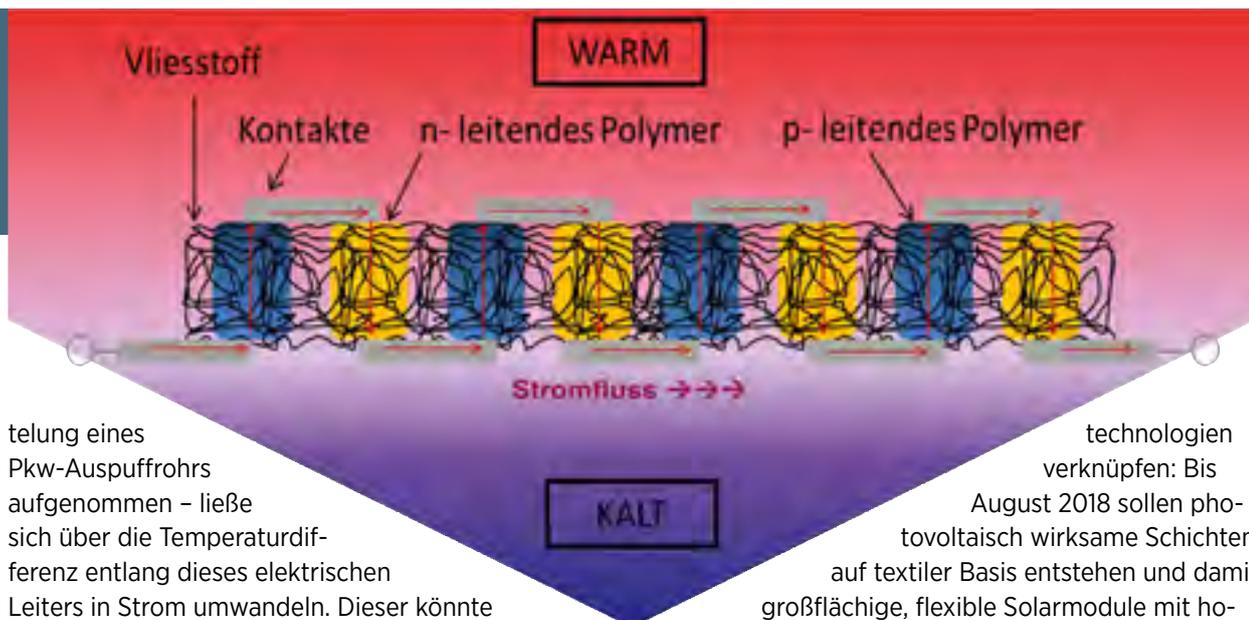
**Leuchten, heizen, informieren – für intelligente Funktionen von Faser & Faden gilt meist: ohne Strom nix los. Die Energieversorgung bereitet häufig technische Probleme. Toll wären deshalb textilintegrierte Mikrokraftwerke.**

Genau darauf zielt ein gemeinsames IGF-Vorhaben des Sächsischen Textilforschungsinstituts (STFI) und der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden ab. „Wir wollen einen thermoelektrischen Generator zur Stromerzeugung aus Abwärme entwickeln“, umreißt das Projektteam das Ziel. Dazu müsse ein strukturierter voluminöser Vliesstoff per Druckverfahren wiederkehrend getrennt voneinander mit einer elektrisch positiv bzw. negativ geladenen leitfähigen Paste getränkt werden. Abwärme – etwa über die Umman-

Mittelständlern – Vertreter der gesamten Wertschöpfungskette – das erste Funktionsmuster ihres textilen Generators präsentieren.

## Sonnenstrom von der Markise

Eine ganz andere Art textilbasiertes „Kraftwerk“ streben STFI-Wissenschaftler um Dirk Zschenderlein mit Forscherkollegen der sächsischen Fraunhofer-Institute für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) und Elektronische Nanosysteme (ENAS) sowie vier Unternehmen der Textil- und Solarbranchen im Rahmen des Projekts PhotoTex an. Das Teilvorhaben des vom STFI koordinierten futureTEX-Großprojekts aus dem Programm „Zwanzig20“ des Bundesforschungsministeriums soll Dünnschicht-, Nano- und Textil-



telung eines Pkw-Auspuffrohrs aufgenommen – ließe sich über die Temperaturdifferenz entlang dieses elektrischen Leiters in Strom umwandeln. Dieser könnte als Ergänzung zur konventionellen Batterie für die Versorgung von Bordelektronik, für Sitzheizungen oder zum Kühlen des Handschuhfachs dienen. Weitere Anwendungsfälle sehen die Wissenschaftler in allen Abwärme erzeugenden Unternehmen, an Abluftsystemen und selbst in der Bekleidungsproduktion – Stichwort Körperwärme. In abgelegenen Gebieten könnten sogar Holzkohlegrills zu kleinen Stromquellen werden. In Tests hat sich die Technologie als tauglich erwiesen, auch ein geeigneter Vliesstoff existiert inzwischen. Zum Jahresende 2016 wollen die Forscher den im Projektbegleitenden Ausschuss mitarbeitenden

technologien verknüpfen: Bis August 2018 sollen photovoltaisch wirksame Schichten auf textiler Basis entstehen und damit großflächige, flexible Solarmodule mit hoher mechanischer Belastbarkeit und Lebensdauer ermöglicht werden. „Als Trägersubstrat werden dabei erstmals Technische Textilien verwendet, wie sie zum Beispiel für Planen und Markisen genutzt werden“, sagt PhotoTex-Projektleiter Dr. Lars Rebenklau vom IKTS. Die Textiler zeichneten dabei für Auswahl und Vorbereitung geeigneter Trägertextilien und eine hohe Zuverlässigkeit dieser Lösung verantwortlich. Nutzungsmöglichkeiten für ihre auch dezentral und mobil einsetzbaren Textilsolarmodule sehen die Forscher überall dort, wo geeignete textile Flächen verfügbar oder feste Module sinnvoll ersetzt werden sollen.

Strom aus Abwärme: Wirkprinzip des textilen „Kleinkraftwerks“



Auf dem Schirm: Mit dem PPS-Softwaretool aus dem Hause Stoll lassen sich bis zu 1.000 Strickerei-Maschinen überwachen und steuern

# Ein Ziel: Produktion 4.0

**Massenproduktion in immer kürzeren Intervallen, Spezialstrecken in geringen Stückzahlen, Einzel fertigung auf Kundenwunsch – die Produktion von (Technischen) Textilien steht angesichts von Digitalisierung und Vernetzung vor gewaltigen Veränderungen. Maschinenbauer, Hersteller, Forscher und Verbände sehen sich mit einer Mammutaufgabe konfrontiert: Massenproduktion und Fertigung kleinerer Losgrößen müssen parallel gelingen – und zwar wirtschaftlich und profitabel.**

## Individuelle Masse

Die Kunden der H. Stoll AG & Co. KG, traditionsreicher Hersteller von Flachstrickmaschinen aus Reutlingen, stehen unter Druck: Die Strickerei-Unternehmen müssen wegen der Schnelllebigkeit der Mode – kamen früher jährlich zwei Kollektionen auf den Markt, sind es heute oft über zehn – in immer kürzeren Intervallen produzieren. Parallel zu Massenwaren wie Pullover und Röcke werden vom Markt inzwischen auch Technische Textilien immer stärker nachgefragt. Die Maschinenparks – oder Teile davon – müssen deshalb permanent umprogrammiert oder neu eingestellt werden. Stoll erkannte früh die Anforderungen an einen vielfältigen Herstellungsprozess und entwickelte eine spezielle Software zur Vernetzung großer Maschinenparks. Mit dem „Product Planning System“ (PPS) genannten Softwaretool können bis zu 1.000 Strickerei-Ma-

schinen vernetzt und die einzelnen Informationsfäden an einem zentralen Leitstand zusammengeführt werden. Von dort aus wird jede Maschine individuell überwacht, gesteuert und mit Fertigungsaufträgen gefüttert. Ein Zukunftsbeispiel für eine Halle mit 100 PPS-Strickerei-Maschinen: Während auf 70 Anlagen Leggings und luftige Sommerkleidchen auf Masse gestrickt werden, spucken 20 Maschinen Autositzbezüge, medizinische Bandagen und Industriefilter aus, während die restlichen zehn e-textile Wearables auf Kundenwunsch fertigen. „Strickereien sollen mit der PPS-Software die Kette vom Strick-Auftrag bis zum fertigen Produkt vollständig digital abbilden können, um Auslastung, Produktivität und somit Wirtschaftlichkeit zu erhöhen“, sagt Frank Simon, Abteilungsleiter für Softwareentwicklung bei Stoll. Laut Simon können klassische Strickereien durch diese Maschinenvernetzung Massenaufträge nicht nur häufiger und schneller bearbeiten, sondern parallel auch kleinere Losgrößen bis hin zum maßgefertigten Einzelteil rentabel fertigen.

## Klassiker digitalisieren

„Die größte Herausforderung besteht darin, die klassische Textilproduktion sinnvoll mit den Möglichkeiten der Digitalisierung zu verdrahten“, sagt Dr. Yves-Simon Gloy vom Institut für Textiltechnik in Aachen, der sich sicher ist: „Nichts bleibt, wie es war.“ Gloy hat eine konkrete Vision einer künftigen



Interdisziplinär: Mit branchenoffenen Veranstaltungen lotet die Textilbranche Schnittstellen auch zu Elektro-, Informations- und Kommunikationstechnik aus

Textilproduktion 4.0: „Erfolgreiche Fabriken produzieren in Deutschland schnell, effizient und kostengünstig hoch individualisierte Textilien von Bekleidung bis hin zu Technischen Textilien. Die Fabriken agieren entlang der gesamten Wertschöpfungskette im Verbund. Daten werden entlang sicherer Schnittstellen in Echtzeit ausgetauscht, damit flexibel und effizient produziert werden kann. Selbstoptimierende und vernetzte Textilmaschinen samt Logistik werden von einer bunt gemischten Belegschaft (jung, alt, erfahren, unerfahren) überwacht und gewartet.“ Im Pflichtenheft einer solchen Entwicklung stehen laut Gloy Punkte wie Datenerfassung und -verarbeitung, Vernetzung und Integration, Assistenzsysteme für Beschäftigte und Selbstorganisation. „Zu diesen Themen müssen schnellstmöglich gemeinschaftlich Projekte auf den Weg gebracht werden“, sagt der Forscher. Auch Fragen zu Standards und Schnittstellen müssten zeitnah beantwortet werden, „sonst übernehmen das andere für uns“.

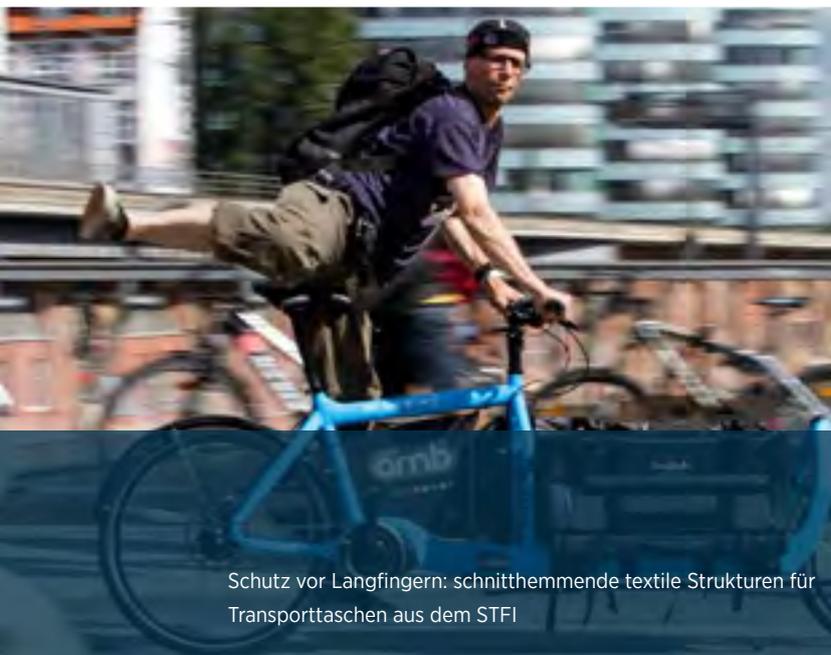
### Neue Zielgruppen finden

Eine Mahnung auch in Richtung des Arbeitskreises Industrie 4.0, in dem Gloy engagiert ist und mit dem der Gesamtverband textil+mode (t+m) und das Forschungskuratorium Textil Multiplikatoren aus textiler Praxis und Forschung zu Themen rund um die Digitalisierung an einen Tisch bringen. „Unser Ziel ist es, die zur Digitalisierung gehörigen Themen sichtbar zu machen, Positionen zu finden, Heraus-

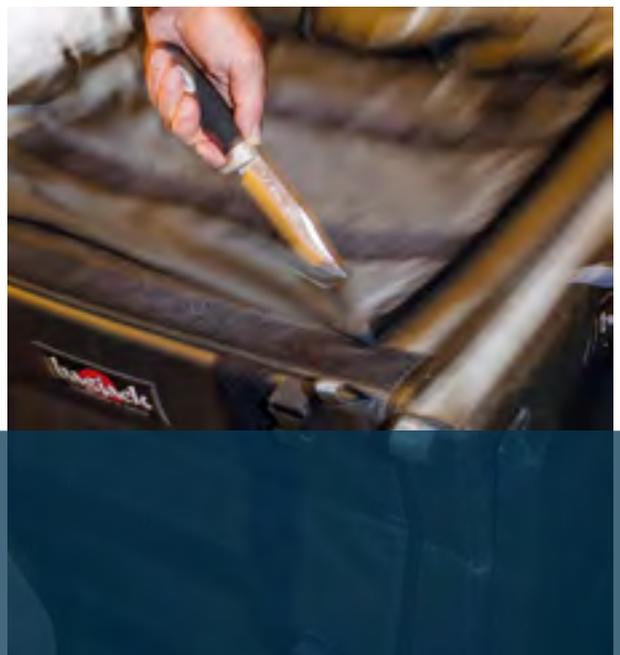
forderungen zu diskutieren und den Austausch mit angrenzenden Branchen zu fördern, um gemeinsam Lösungen zu entwickeln“, sagt Mareike Giebeler, die den zweijährlich stattfindenden Arbeitskreis aufseiten von t+m betreut. Laut Giebeler steht künftig vor allem der branchenübergreifende Austausch im Fokus. Bereiche wie Elektrotechnik, Maschinenbau und Informations- und Kommunikationstechnologie sollen verstärkt adressiert werden, um Schnittstellen auszuloten und Kooperationen anzustrengen. „Wichtig sind aber auch Antworten auf die Frage: Wie bringe ich individualisierte und e-textile Produkte in den Markt?“, sagt Alexander Artschwager, der am Zentrum für Management Research an den Deutschen Instituten für Textil- und Faserforschung im schwäbischen Denkendorf auch zu Industrie 4.0 von der Virtualisierung bis hin zur Maschinenvernetzung forscht. Laut Artschwager spielen Aspekte rund um Kundenorientierung, Vermarktung, Aufmerksamkeitserhöhung und Zielgruppenschaffung für individualisierte Produkte, Wearables und Co. eine bislang unterschätzte Rolle. Zwar sei der Ruf nach solchen Produkten groß, doch der tatsächliche Markt noch überschaubar: „Wer kauft denn die schon seit Jahren verfügbare beheizbare Unterwäsche? Zumeist ja wohl Jäger“, formuliert Artschwager überspitzt, der die Diskrepanz zwischen Wunsch und Realität gern geschlossen sähe, etwa durch mehr Leuchtturmprojekte, die den Stand der Smarten Textiltechnik für breitere Kundenschichten sichtbar demonstrierten.

# Fäden, die ALARMIEREN

## Gefahrenabwehr durch textile „Wachposten“



Schutz vor Langfingern: schnitthemmende textile Strukturen für Transporttaschen aus dem STFI



**Neuerdings können Textilien auch Alarm schlagen. Solche textilbasierten Warninformationen erlauben die Konzeption vollkommen neuer Schutz- und Sicherheitsmechanismen. Drei Praxisbeispiele aus unterschiedlichen Lebens- und Wirtschaftsbereichen.**

Rucksack, Koffer, Liefertasche: Immer öfter setzen Diebe messerartige Werkzeuge ein, um schnell und unbemerkt an den Inhalt textiler Behältnisse zu gelangen. Dagegen haben Wissenschaftler des Sächsischen Textilforschungsinstituts (STFI) in Chemnitz mit Fördermitteln des Bundeswirtschaftsministeriums ein Protec-Material entwickelt: schnitthemmende textile Strukturen für Transporttaschen. Sie reagieren auf Angriffe mit einem Alarmton; die Bags können zudem mit Ortungssystemen kombiniert werden. Das physikalische Prinzip: In zwei voneinander isolierte Schichten Vliesstoff werden leitfähige Drähte oder Fäden eingearbeitet und auf die Tascheninnenwand appliziert. Werden diese durchstochen, ändert sich der elektrische Widerstand – der Besitzer wird akustisch und per Smartphone-Nachricht alarmiert.

### **Schutz für Kuriertaschen**

„Der Markt reagierte recht positiv, Taschen und Rucksäcke mit dem Schutzeinlett werden rege nachgefragt“, berichtet STFI-Projektleiterin Elke Thiele. Ihr Team entwickelte deshalb den textilen Schutz für professionelle Anwendungen weiter: In Großstädten nutzen Kurierdienste zunehmend e-Bikes. Die Fahrer sollen in den Packtaschen möglichst viel Transportgut verstauen, wollen auf dem Rückweg aber wenig Luftwiderstand haben – da sind textile Klapptaschen ideal. Leider werden die während lieferbedingter Abwesenheit der Kurierfahrer häufig aufgeschlitzt. Dem wollen die Chemnitzer ein Ende setzen. In ihrem neuesten Schutzgewebe aus nur noch einer Schicht sind die Signaldrähte über Kreuz, also senkrecht zueinander eingewebt. Die Berliner Firma bagjack stellt auf dieser Grundlage faltbare Kuriertaschen her, von denen sich derzeit zehn Prototypen auf den Straßen der Hauptstadt bewähren. Das Chemnitzer Team arbeitet derweil an der Technologieoptimierung. Das Flächengewicht soll weiter reduziert werden, alternativ zu den starren Drähten wurde leitfähiges und schnittfestes Garn entwickelt:

Dem Schimmel keine Chance:  
Projektleiterin Corinna Falck mit  
Feuchtesensoren an einem  
Balken-Modell



Die Seele des Fadens wird mit Draht umwunden, um die gewünschte Dehnfähigkeit zu erreichen. Projektpartner aus der Industrie verweben das neue Garn bereits.

### Kampf dem Schimmel

Auf eine im Wortsinn ganz andere Baustelle zielt eine weitere vorwettbewerbliche STFI-Lösung ab: Feuchtigkeit verursacht an Gebäuden bundesweit jährlich Schäden in Milliardenhöhe. Oft werden die Schäden samt Schimmel und anderen Folgen zu spät entdeckt, weil sie an verdeckten Flächen auftreten. Die Chemnitzer halten mit einem sicheren und kostengünstigen System zur textilbasierten Feuchteüberwachung an und in Beton- und Holzbauten dagegen. Dabei werden auf einen hydrophoben Vliesstoff mittels Verbundwirkmaschine leitfähige Edelstahldrähte aufgebracht und quer dazu saugfähige Fäden mit Dochtwirkung appliziert. Bei einem Feuchtigkeitseinbruch transportiert der Faden die Feuchte zu den Drähten, beim Aufeinandertreffen wird ein Signal ausgelöst. So lässt sich das Problem präzise lokalisieren.

Mit einer Klebeschicht an der Rückseite wird der textile Wächter schon beim Bau an exponierten Stellen – im Erdreich, an Dachdämmungen, auskragenden Bereichen oder Duschtassen – platziert und meldet von dort jeden Feuchteintritt. Eine einfache Langzeitüberwachung ist so garantiert; auch Intervall-Prüfungen sind möglich. Bei einem testweise gesicherten Einfamilienhaus entstand ein Aufwand von gerade mal 0,5 Prozent der Gesamtbaukosten, Wartungs- oder Folgeaufwand fallen nicht an. Ein erster Anbieter von Holz-Einfamilienhäusern aus Bayern will das System nun seinen Kunden anbieten. Die STFI-Experten planen, das Grundprinzip für die Kontrolle der Restfeuchte von Beton und Estrich zu modifizieren.

### Rotorblätter im Blick

Die dritte textile Alarmlösung: Ende 2015 rotierten in Deutschland rund 27.000 Windkraftanlagen. Bisher war es aufwändig, die verschleißanfälligen der aus Glasfasergelegten gefertigten Rotorblätter in luftiger Höhe regelmäßig auf Materialermüdung und Verschleiß zu überprüfen. Forscher des Instituts für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) der TU Dresden haben jetzt für die mit Kunststoffharz verklebten Schichten im Rotorblatt mithilfe von IGF-Mitteln technologische Abhilfe für das Kontrollproblem gefunden: Sie implantierten Netzwerke textiler Dehnungssensoren in die Faserlege, die den Zustand der Blätter während des Betriebs fortlaufend überwachen. Zeichnen sich Ermüdung oder kritische Schäden ab, werden diese vom Betreiber anhand in der Leitwarte des Windkraftanlagenparks kontinuierlich überwachter Signalhistorien der Sensoren frühzeitig erkannt. Der Personalaufwand und kontrollbedingte Stillstandzeiten sollen damit ebenso reduziert werden wie die Zahl plötzlicher Betriebsstörungen durch Materialversagen der Rotorblätter.

Die auch in anderen Branchen nutzbare Technologieentwicklung brachte den ITM-Forschern 2015 den „Otto von Guericke-Preis“ der gleichnamigen Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen ein. „Derzeit führen wir Transfer-Verhandlungen mit Vertretern der Windenergiebranche“, sagt Dipl.-Ing. Eric Häntzsche, wissenschaftlicher Mitarbeiter am ITM. Zudem seien mit Unternehmen aus dem Automobilbereich Projekte angelaufen, die auf Nutzung der textilen Sensorik für die Strukturüberwachung von Verbundbauteilen aus carbonfaserverstärktem Kunststoff abzielten. Insgesamt hätten rund 300 Mittelständler der Textil-, Bekleidungs- und Verbundfaserindustrie Zugriff auf dieses spezielle Forschungsergebnis.

# ETTLIN AG

## Leuchtstoffe für die Zukunft

**Wie kommt ein Unternehmen mit Gründungsjahr 1836 im Innovationsranking seiner Branche ganz nach vorn? Ettlins-Vorstand Dr.-Ing. Oliver Maetschke verrät, wie es dem Badener Traditionshersteller von klassischen Geweben für Berufsbeleidung, Sportswear und technische Anwendungen binnen eines Jahrzehnts gelang, mit seinen ETTLIN LUX®-Spezialtextilien für 3D-Lichtskulpturen neue Technik-Trends zu setzen.**

Gerade demonstriert BMW am Konzernstandort München mit einer Ausstellung „Zukunftslichter“, wie sich unter Verwendung solcher Hightech-Materialien wie aus Ettlingen mobile Lichtkonzepte künstlerisch gestalten lassen. Parallel dazu wurde der im Wortsinn Leuchtstoffe-Hersteller Ettlins für sein Lichtgewebe „Miracle“ in Stuttgart für „herausragende und zukunftsweisende Materialien“ ausgezeichnet. Das Gewebe ermöglicht auf flammfester Basis Flächen-Leuchteffekte, ohne dass dabei einzelne Lichtpunkte sichtbar werden.

### Innovationen aus den Prozessen heraus

Die Spinnerei und Weberei Produktions GmbH & Co. KG aus dem Alb-Donau-Kreis hat es durch konstante Qualität in Kombination mit ständigen Neuentwicklungen verstanden, in den 180 Jahren ihrer Existenz nicht nur diverse Umwälzungen, Kriege und selbst einen Großbrand zu überstehen. Heute trotzt sie innovationsbasiert erfolgreich dem Importdruck aus Niedriglohnländern, bilanziert Chief Operating Manager Maetschke. Auf die Frage, ob das Unternehmen sich neu erfunden oder traditionelle Werte nur immer wieder neu ausgerichtet habe, antwortet der 51-Jährige: „Es war immer beides: ständiger Wandel und stets immer andere Textilprodukte. Heute sind wir neben Open-End-Garnen auf Technische Textilien spezialisiert. Der große Unterschied bei den neuen Materialien ist die enorme Innovationshöhe, die sie von herkömmlichen Produkten unterscheidet.“ So



oben: Vorstand Dr. Oliver Maetschke

unten: Alles andere als „graue Maus“: Spezial-Gewebe aus Ettlingen

können durch die Kombination von neuen Materialien und Maschinentechnologien Produkte mit völlig neuen Eigenschaften entwickelt und damit neue Anwendungsfelder und Märkte erschlossen werden. Die Innovationsoffensive habe, so der seit 2006 neben CEO Rolf Heitlinger zweite Ettlins-Vorstand, auch vor den Produktionsmitteln nicht haltgemacht. „Früher ging Innovation bei uns durch Investition. Es genügte, die leistungsfähigsten Maschinen zu kaufen. Wir konnten unsere Marktposition damit ausbauen, die Marktführerschaft halten. Das geht heute so nicht mehr.“ Innovationen müssten jetzt vielmehr im oder am Produkt erfolgen, um neue Anwendungen oder Funktionen für Textilien zu finden, so der Absolvent der RWTH Aachen. In diesem Zusammenhang verweist er auf zwei neue Technologien in seinem Haus – das Dreherweben (EasyLeno) sowie das Strickweben (Open Reed Weave – ORW). Sie ermöglichten neue Produktionsweisen und mit Blick auf die Lux-Erzeugnisse auch neue Materialien. „Bisher basierte bei Ettlins alles auf klassischem Weben mit verkreuzten Fäden. Das Easy-Leno-Verfahren erzeugt dagegen eine Fläche aus gestreckten Fäden, in die man weitere Funktionen wie Lichtlenkung integrieren und damit auch neue Anwendungen für diese Textilien, zum Beispiel für die Architektur, ermöglichen kann. ORW kombiniert mit Weben und Sticken zwei Prozesse. Was heute nacheinander gefertigt wird, ist künftig in einem Prozess integriert.“

## Technologiefelder mit Zukunft gefunden

Obwohl sie mit klassischen Textilien gute Umsätze generierten, suchten die Ettlinger frühzeitig neue, aussichtsreiche Geschäftsperspektiven. Damit kam schon vor rund einem Jahrzehnt ein strategischer Entwicklungsprozess in Gang: Das Management setzte sich zusammen und überlegte, in welchen Technologiefeldern Textilien in Zukunft eine größere bzw. erstmals überhaupt eine Rolle spielen könnten. „Auf drei Felder sind wir dabei gekommen. Der Architekturbereich mit Beschattungs- und Membrantextilien lag fast schon auf der Hand. Auch die ‚Verheiratung‘ von Elektronik und Textil deutete sich als Zukunftsfeld an. Doch in unseren eigentlichen Fokus rückte immer mehr das Thema Licht: LED und Textilien. Mit entsprechenden Begleitprodukten, da waren wir uns damals schon einig, hätten wir große Chancen.“

Am Anfang stand Ettlilux® – ein Spezialgewebe für die dreidimensionale Lichtgestaltung. Es „arbeitet“ mit LEDs. Durch das Textil entstehen lange gekrümmte Lichtlinien, die dreidimensionale Lichtgebilde in sehr großen Dimensionen bilden. „Das Produkt kommt hervorragend an, und zwar auf ganzer Breite“, so der Ettlilux-Manager. Angewendet werde es inzwischen in Autohäusern, Banken, auf Messeständen, in Wellness-Einrichtungen oder im Wohndesign – überall dort, wo es auf die Ambiente-Wirkung von Beleuchtung ankomme.

## Textilforscher und Marktführer als Partner

„Ettlilux sucht gezielt geeignete Branchen, um dann Partnerschaften mit deren innovativen Marktführern einzugehen, die Ettlilux® in ihren Produkten einsetzen wollen“, beschreibt der studierte Maschinenbauer Maetschke einen Teil der Unternehmensstrategie. Ein Beispiel: Die Firma Nolte als bekannter deutscher Möbelhersteller setzt Leuchttextilien in Glasscheiben für Oberflächen von Vitrinen und Schränken ein. Barisol, der Weltmarktführer für Lichtspanndecken, wird ab Ende 2016 die Ettlilux®-Gewebe in sein System integrieren, das in 130 Ländern vertrieben wird. „Wir haben eine eigene Entwicklungsabteilung mit sechs Mitarbeitern aus den unterschiedlichen Disziplinen Textilingenieure, Ausrüster, Techniker und Architekten. Darüber hinaus ist für die Produktentwicklung die enge Zusammenarbeit mit Textilfor-



Zukunftslichter – und die Ettlilux AG ist dabei:  
leuchtende Material-Sinfonie in einem Autohaus

schungsinstituten und externen Partnern besonders wichtig“, betont der Ettlilux-Vorstand. Sein Unternehmen nutze deshalb auch Technologie- und Innovationsförderinstrumente, um „sehr weit von unserer Expertise entfernte Kompetenzen zum Beispiel von Bauingenieuren oder Lichtspezialisten für Projekte mit Forschungsinstituten und externen Unternehmen ins Haus zu holen“. Ettlilux arbeite nach eigenen Angaben inzwischen mit der gesamten deutschen und europäischen Forschungslandschaft in Sachen Licht- und Sensortextilien zusammen.

Die Produktlinie Ettlilux Tec ist ein Ausdruck dieser gemeinsamen Anstrengungen – vorerst noch auf Entwicklungsebene. Herauskommen sollen dabei Hightech-Materialien, die durch leitfähige textile Strukturen und die Integration von Mikroelektronik funktionalisiert sind, etwa von textilen Sensoren für Faserverbundwerkstoffe zum Bauteil-Monitoring. Laut Maetschke hätten auch Textilien mit eingebauter Alarmfunktion z. B. für Lkw-Planen großes Potenzial. Sie könnten Einbrüche oder Beschädigungen signalisieren. Die jüngste Innovation aus dem Hause Ettlilux ist ein smartes Gewebe namens Leno Shade, das sich an wechselnde Lichtverhältnisse anpasst. „Die superdünnen textilen Lamellen können direkt in das Fensterglas integriert werden und funktionieren – ähnlich den herkömmlichen Lamellen aus Aluminium – nach dem Reflexionsprinzip: Je nach Neigung und auch nach Sonnenstand lassen sie mehr oder weniger Licht bzw. Wärme in den Raum.“

# Textile Natives

## Smart in Design und Verfahren

**Der Duden verbindet den Begriff „Digital Native“ mit einer „Person, die mit digitalen Technologien aufgewachsen [...] und in ihrer Benutzung geübt ist“. Sinnhaft übertragen auf Smarte Textilien, wachsen auch in diesem Bereich junge Forscher, Wissenschaftler und Designer in neue textile Herstellungsverfahren, innovative Textil-Technik-Hybriden und neuartige faserbasierte Nutzwerte hinein.**

### Office to go

„Ich habe im Rahmen einer Semesterarbeit unter dem Grundgedanken der Mobilität die Sitzauflage ‚Office to go‘ entwickelt. Es handelt sich dabei um eine funktionale und mobile textile Auflage aus recyceltem Polyester, die auf klassische Stühle gelegt werden kann. Sie soll digitale Nomaden,



Theresa Scholl, 24, studiert im Master „Textile Produkte Design“

Weltenbummler und Reisende aller Art ansprechen, die häufig ihren Standort wechseln. Auch für unstete Geister ist eine gute Infrastruktur vor Ort wichtig, vor allem eine konstante und schnelle Internetverbindung für das mobile Arbeiten. Außerdem sind die meisten digitalen Nomaden trotz ihres multilokalsten Lebensstils nicht heimatlos – der Sitzbezug ist deshalb auch eine Möglichkeit, mit der Heimat, mit Familie und Freunden in Kontakt zu bleiben. Zu den Funktionen: Das Kopfteil des Bezugs ist gebogen, das verschafft Privatsphäre und Lärmschutz. Zur Stromversorgung mobiler Geräte sind an der Rückseite Solar-Panels angebracht. Verstellbare Gurte wirken stabilisierend, in die Laschen können Stifte gehängt werden. Die gesamte Auflage lässt sich problemlos zusammenfalten und leicht transportieren. Ich finde es hoch spannend, traditionelles Textildesign mit moderner Digitaltechnologie zu verbinden. Smarte Textilien bieten die faszinierende Möglichkeit, eine Kommunikation zwischen Textil und Mensch herzustellen.“

### Nahtlos drahtlos

„Es ist ziemlich eindeutig, dass sich die Welt immer stärker vernetzt. Weshalb sollte ausgerechnet unsere Kleidung dabei außen vor bleiben? Haben wir das erst mal verstanden, begreifen wir auch, dass das Einbetten elektronischer Komponenten in Stoff weiter zunehmen wird. Solche Komponenten können über die Nähte mit der Bekleidung verbunden werden. Dafür stellt das Ultraschallschweißen ein gutes Fertigungsverfahren dar, denn leitfähige Garne lassen sich nicht einfach trennen und wieder zusammenfügen, wie das etwa bei der klassischen Konfektionierung eines Pullovers geschieht, wo Ärmel und andere Teile einzeln gefertigt und dann zusammgefügt werden. Beim Ultraschallschweißen werden thermoplastische Textilien mit per Vibration



Im Profil: Textilwissenschaftlerin Inga Noll prüft die Qualität eines Filamentgarns im laufenden Prozess

erzeugter Hitze zum Schmelzen gebracht, beim anschließenden Abkühlen verbinden sich die Materialien. Wir nutzen das Verfahren, um Schmaltextilien, also Bänder, mit leitfähigen Garnen zu verbinden mit dem Ziel einer möglichst guten Naht-Leitfähigkeit. Weitere Vorteile des Ultraschallschweißens sind die hohe Reproduzierbarkeit und der Umstand, dass zum Zusammenfügen keine Fremdmaterialien wie Klebstoffe benötigt werden“, so Egon Dalponte, 23, der im Master „Management of Technical Textiles“ studiert.

### Das Profil ändern

„Wie Profilfasern Smart Textiles revolutionieren können“ lautet der knappe Titel eines Vortrags, mit dem Textilwissenschaftlerin Inga Noll ihre komplexe Arbeit auf sechs Worte rafft. Die 26-Jährige forscht am Institut für Textiltechnik an der RWTH Aachen an sogenannten Profilfasern. Die haben im Gegensatz zu Rundfasern, die die Mehrheit der jährlich weltweit über 50 Millionen Tonnen produzierter Chemiefasern stellen, keinen runden Querschnitt. „Unrund ist für eine Funktionalisierung von Textilien aber besser“, sagt Noll. So lassen sich Profilfasern durch gezielte Veränderungen ihrer Querschnittsgeometrie, etwa Einkerbungen oder Hohlräume, mit einem speziellen Profil versehen, das sie – je nach Bedarf – auch für thermische, optische oder mechanische Funktionalitäten vorbereitet. „Die passive Funktionalisierung von Profilfasern birgt ein enormes Potenzial auch für Smarte Textilien“, sagt Noll, die ihre Forschungserkenntnisse nutzen will, um innovative e-textile Produkte zu entwickeln.

### Update statt Neukauf

Noch ist die Auswahl auf der Internetseite von Lina Wassong übersichtlich, dennoch erhält jeder Fashion-tech-Interessierte einen Eindruck e-textiler Möglich-



Auf Kurs: Designerin Lina Wassong beim Lötens eines Kompass-Sensors, der – in ein Kleidungsstück integriert – Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung des Trägers anzeigen soll

keiten: Neben dem mit einem grün schimmernden Ring verzierten Top zur Stresserkennung zielt der aus Glasfasern gefertigte „Quallen-Rock“ ebenso souverän ein Model wie das sogenannte „Monitor-Kleid“, das die Herzaktivität der Trägerin visualisiert (siehe S. 32). Designerin Wassong befasst sich seit 2014 intensiv mit der Kombination von Technik und Textil, an der sie vor allem die hohe Innovationskraft begeistert: „Ich will wissen: Wie werden wir künftig drahtlos mit elektronischen Komponenten an unseren Körpern kommunizieren? Ich möchte Wege finden, die Umwelt und den menschlichen Körper zu digitalisieren“, sagt die 26-Jährige, deren Interesse für textile Wearables während des Studiums der Bekleidungstechnik an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg geweckt wurde.

Wassong hofft, dass dem einzelnen Bekleidungsstück wieder jene Aufmerksamkeit zukommt, die es durch die „Fast Fashion Industrie“ verloren hat: „Wenn intelligente Funktionen Teil der Mode werden, wenn unsere Kleidung Farben und Muster wechseln kann, dann brauchen wir weniger Anzihsachen, dann können wir uns mit der gleichen Jacke jeden Tag neu erfinden. Wir müssten nicht mehr ständig neu kaufen, sondern könnten Updates für unsere Bekleidung runterladen, damit das individuelle Kleidungsstück wieder an Bedeutung gewinnt.“

### Smarter Typ

Kurz nach Abschluss seines Studiums der „Physikalischen Technik“ an der Westsächsischen Hochschule in Zwickau trieb es Kay Ullrich „wegen ihrer Vielseitigkeit und interdisziplinären Anwendungsmöglichkeiten“ Richtung Smarte Textilien. Seit 2009 forscht der 31-Jährige am Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland (siehe S. 14), seit 2014 ist er stellvertretender Leiter Forschung und Entwicklung und hauptverantwortlich für den Bereich „Smart



Hightech einfädeln: Textilforscher Kay Ullrich an einem sogenannten Bestückungstisch, an dem leitfähige Fäden mit Bauteilen wie LEDs bestückt werden

Textiles“. Neben der Umsetzung öffentlich geförderter Forschungsprojekte auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene spielt vor allem die Auftragsforschung für Unternehmen aus aller Welt eine tagtägliche Rolle: „Wenn Firmen zu uns kommen und auf unser Forschungs-Know-how zugreifen, macht uns das natürlich stolz, auch wenn wir wegen der Geheimhaltungsverträge nie offen darüber sprechen können. Eines kann ich aber verraten: In Autos, in der Medizin, aber auch im Heim- und Schutztextil-Bereich

reich sind sehr viel mehr Technologien und Produkte e-textil, als der Nutzer ahnt“, so Ullrich. „Smarte Textilien haben eine unendliche Einsatzbandbreite und zahllose kombinierbare Möglichkeiten. Ein Beispiel: Wir können mit allen gängigen Textiltechnologien – Sticken, Weben, Wirken, Drucken usw. – Heizungen herstellen und diese sowohl in Kleidung als auch in Sitzbezüge, Bettauflagen und selbst Wände aus Textilbeton einbringen“, sagt Ullrich, der zudem weiß: „Die nächsten großen Schlachten erwarten uns im Bereich der Sensorik und Energiespeicherung/-erzeugung.“ Auch werden künftig die Fasern selbst stärker funktionalisiert werden, etwa durch entsprechende Beschichtungen mit Silber und halbleitenden Schichten. „Es ist schon faszinierend: Die Faser wird immer mehr zum Bauteil.“

## Impressum

Forschungskuratorium Textil e. V. | Reinhardtstraße 14–16 | 10117 Berlin |  
 Telefon +49 30 726220-0 | info@textilforschung.de | www.textilforschung.de  
 Redaktion: Checkpoint Media® | Grafik: Heike Unger, Unger Kommunikationsdesign  
 Berlin, November 2016

Das Forschungskuratorium Textil e. V. ist in enger Zusammenarbeit mit dem Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie e. V. tätig und Mitglied der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF).



## Bildquellen

Bird & Bird LLP (S. 33), Bomedus (S. 8), DFKI (S. 26/2), DITF-MR/Bayern Innovativ (S. 53), DTNW/Opwis, K. (S. 40), ElektroCouture/Santos, Ch. (S. 31/2, 32/4), Ettlin (S. 56, 57), F.A. Kümpers (S. 5), Fenwis (S. 25/3), Forster Rohner (U 1, S. 30), Future-Shape (S. 50), Getty Images/Schober, G. (S. 32/1), Horter, H. (S. 22/2), HS Niederrhein/FTB (S. 38/1/2, 39), InnoMedia (S. 11/1, 12/1/3), ITA (S. 9/1, 42, 47, 49, 59/1), ITCF (S. 37, 38/3), ITM (S. 48), ITM/Krziwon, M. (S. 41), ITV (S. 2, 18/1, 19, 21/1, 22/1, 23, 24, 25/1/2), Kobek Siebdruck (S. 12/2), Lindauer Dornier (S. 27/2), Messe Frankfurt (S. 35/2), Meyer Werft (S. 10, 11/2), Mobilab/More, T. (U 2), Moon Berlin/Jendrusch, P. (S. 32/3), Richter, M. (U 3, U 4, S. 14, 15, 17/1, 29, 31/1, 36, 43/2, 46/1, 54, 55), ProGlove (S. 9/2), Scholl, Th. (S. 58), SGL Kümpers (S. 1/2), Sigge, A./„Smart Textiles“ HS Borås (S. 35/1), SmartTex-Netzwerk (S. 7, 45, 46/2), STFI (S. 18/2, 21/3, 51), Stoll (S. 52), subTela/Layne, B. (S. 34), TextilFuture (S. 4), textil+mode (S. 1/1, 17/2), TFI (S. 20), TITK (S. 13), TITV (S. 21/2, 43/1, 60), UdK/DRLab (S. 28), V-Trion (S. 27/1), WarmX (S. 26/1), Wassong, L. (S. 32/2, 59/2)



Gestrickte Basis aus Weimar: Elektronische Bauteile werden in flexibles thermoplastisches Material eingepresst

(Umschlagrückseite) Elektroden im Gestrick: kostengünstige waschbare Multifunktionslösungen für Prävention, Reha oder Fitness aus dem STFI Chemnitz



[www.textil-mode.de](http://www.textil-mode.de)  
[www.textilforschung.de](http://www.textilforschung.de)