

TourAtlas

Inmouldtronic



Zukunft unternehmen!

Unsere Anwendungsfelder



Automotive



BuildTech



InduTech



Luftfahrt



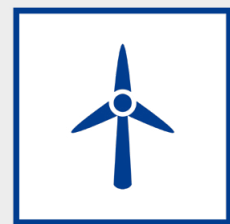
MedTech



MobilTech



SportTech



Windenergie

➤ Über das Forschungsprojekt futureTEX

Das Projekt futureTEX ist ein Gewinner im Programm „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Bis 2021 arbeiten wissenschaftliche Einrichtungen, Unternehmen und Verbände an der Entwicklung wesentlicher Bausteine eines Zukunftsmodells für Traditionsbranchen. Das Projektkonsortium futureTEX verfolgt das Ziel, die führende Position bei der Umsetzung der vierten industriellen Revolution im Textilmaschinenbau und in der Textilindustrie zu erringen und damit beispielhaft bis 2030 das modernste textilindustrielle Wertschöpfungs-

netzwerk Europas aufzubauen. Mit der Entwicklung eines Zukunftsmodells werden die Forschungsschwerpunkte Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft, kundenintegrierte flexible Wertschöpfungsketten, textile Zukunftsprodukte, Wissens- und Innovationsmanagement sowie Arbeitsorganisation und Nachwuchssicherung gemeinschaftlich mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft bearbeitet. Das Konsortium umfasst aktuell über 300 involvierte Partner, darunter 70 Prozent aus der Industrie. Das Projekt futureTEX ist Preisträger im Wettbewerb „Ausgezeichneter Ort“ im Land der Ideen 2016.

➤ **Abschlussdokumentation Umsetzungsvorhaben Inmouldtronic**

Standardisierte, produzierbare Textronic durch angespritzte Verbindungstechnik, Sicherungen, elektronische Komponenten und zertifizierte Softwareanbindung

Laufzeit: 1. Dezember 2016 – 31. Mai 2019

Inmouldtronic war eines von insgesamt 26 Umsetzungsvorhaben des Projekts futureTEX im Rahmen des Programms „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

Inhalt

Management Summary	6
Partner	7
Problemstellung und Motivation	10
Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele	10
Lösungsansatz	11
Ergebnisse	13
Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung	17
Ausblick	18

➤ Management Summary

Inmouldtronic kombiniert neue, leitfähige Materialien, neue Spritzgusstechnologien und leitfähig strukturierte Textilien miteinander. Auf diese Weise wurden im Vorhaben vernetzbare, textile Geräte mit standardisierter Schnittstelle für die Stromversorgung, den Datentransfer per Kabel und den drahtlosen Transfer entwickelt. Ziel ist es, dass auf Grundlage der entwickelten Technologie kundenspezifisch von kleinen Unternehmen textile Geräte konzipiert werden können, die sich kostengünstig im Spritzgussverfahren herstellen lassen.

Dafür wurden zuverlässige Steckverbinder, Sicherungen, einfache elektronische Bauelemente sowie geschützte textilintegrierte Komponenten entwickelt, die mit einem hohen Automatisierungsgrad an funktionalisierte Textilien angespritzt werden können. Darüber hinaus wurden Prozesse der kunststoffverarbeitenden Industrie an textile Materialien angepasst.

Voraussetzung für zukunftsorientierte Textilien ist die Realisierung von:

- standardisierter, zuverlässiger Verbindungstechnik,
- textiler Integration von intelligenten, elektronischen Komponenten und
- sicherer Datenübertragung.

Die Basis für die digital vernetzte, modulare Textilsensorik sind webtechnisch mit leitfähigen Fäden hergestellte Sensorbänder, die je nach Anforderung mit den verschiedensten Sensoren bestückt werden. Um die leitfähigen Fäden zu isolieren und vor mechanischen Einwirkungen zu schützen, sind diese in der Mittellage des Mehrlagenwebes eingewebt. Im Rapport wiederholen sich die Kontaktierungspunkte auf der Bandoberseite. Damit ist es möglich, in einem festgelegten Abstand Sensoren aufzu-

bringen bzw. Stecker anzuspitzen. In Form eines Baukastensystems können Beschleunigungs-, Neigungs-, Licht- und/oder Temperatursensoren sowie Sensoren zum Einlesen analoger Spannungswerte kombiniert und mit intelligenten Verbindungssteckern zusammengefügt werden. Um die verschiedenen Sensoren zu einem Netzwerk zu verschalten, wurde ein textilkompatibles Steckersystem entwickelt, bei dem die Kontakte im Spritzgussverfahren mittels hochleitfähigem Kunststoff direkt auf die leitfähigen Bänder aufgespritzt werden. Dadurch wird ein hoher Schutz der Kontaktstellen sowie eine schnelle und kostengünstige Produktion der Bänder erreicht.

Durch das Baukastensystem und die Variation unterschiedlicher Sensortypen, ist eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten gegeben. Gerade im Bereich der Logistik, wo ein cleveres Liefermanagement hinsichtlich Transportgut und -zeit notwendig ist, können neben der Sendungsverfolgung in Echtzeit, z. B. das unbefugte Öffnen oder das Fallen des Transportguts, erkannt und bei Schadensfällen zur Analyse genutzt werden. Beispielhaft wurde dafür eine Kuriertasche für Lastenfahräder entwickelt. Mit dem individuell steck- und konfigurierbaren textilen Sensornetz und der modular und digital vernetzten Textilsensorik kann diese basierend auf der eigenen sicheren IoT-Serverplattform ZONOS™, drahtlos und vernetzt, für die Transportlogistik eingesetzt werden. Die erfassten Daten werden direkt an ZONOS™ übergeben. ZONOS™ arbeitet die Daten kundenspezifisch auf und erzeugt ein überschaubares, leicht verständliches Resultat, das dem Kunden in Echtzeit zur Verfügung gestellt wird.

Im Vorhaben Inmouldtronic ist ein modulares Konzept für die Entwicklung von kundenspezifischen IoT-Transport-Logistic Systemen geschaffen worden, dass durch die sichere Serveranbindung über ZONOS™ den Anforderungen des heutigen und zukünftigen Internethandels gerecht wird.

➤ Partner



warmX GmbH
Herderstraße 2 | 99510 Apolda
Ansprechpartner: Christoph Müller
T: +49 3644 5047-60 | textile@warmx.de

warmX GmbH

Die warmX GmbH ist auf die Entwicklung, Fertigung und den Vertrieb gestrickter, aktiv beheizbarer Unterbekleidung sowie industriell einsetzbarer, textiler Heizsysteme spezialisiert. Mit diesen Produkten auf Basis der Flachstrickerei bedient das Unternehmen ein fortschrittliches/avantgardistisches Marktsegment. Als Hersteller beheizbarer Unterwäsche hat die warmX GmbH die weltweit einzigartige und patentierte warmX-Technologie entwickelt. Gemeinsam mit erfahrenen Partnern aus der Region bietet sie auch Hard- und Softwareentwicklung an, die speziell auf die textilen Erfordernisse abgestimmt sind.



AMAC ASIC- und Mikrosensoranwendung Chemnitz GmbH
Kopernikusstraße 16 | 09117 Chemnitz
Ansprechpartner: Dr. Claus Dittrich
T: +49 371 334204-11 | cdittrich@amac-chemnitz.de

AMAC ASIC- und Mikrosensoranwendung Chemnitz GmbH

Schwerpunkte der AMAC sind anspruchsvolle Entwicklungen auf dem Gebiet der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik. Ein Hauptgeschäftsfeld ist die Entwicklung und Herstellung von ASICs und Elektronik für inkrementale und absolute Weg- und Winkelmesssysteme. So erreicht die AMAC mit ihren Interpolationsschaltkreisen für inkrementale Messsysteme eine große nationale und internationale Kundenakzeptanz. Ein weiteres wichtiges Geschäftsfeld der AMAC sind Condition Monitoring Lösungen auf Basis der eigenen MEMS-basierten Schwingungssensoren.



A. Schulman GmbH
Hüttenstraße 130 – 138 | 40170 Kerpen-Sindorf
Ansprechpartner: Elmar Hanf
T: +49 2273 561-20 | elmar.hanf@aschulman.com

A. Schulman GmbH

A. Schulman ist ein weltweit führender Anbieter von Hochleistungs-Kunststoffcompounds und -Rohstoffen. Das Unternehmen bietet innovative Materiallösungen für die ständig steigenden Ansprüche der kunststoffverarbeitenden Branche. A. Schulman verfügt weltweit über mehr als ein Dutzend Entwicklungszentren für die Neu- und Weiterentwicklung technischer Kunststoffe, Spezialpulver, Farb- und Additiv-Masterbatches. 4.800 Mitarbeiter bedienen dabei eine Vielzahl von Märkten, wie z. B. Verpackung, Mobilität, Bauwesen, Elektrik und Elektronik, Landwirtschaft, Körperpflege und Hygiene, Sportartikel, Freizeit und Heim.



bagjack e. K.
Brückenstraße 1 | 10179 Berlin
Ansprechpartner: Peter Brunsberg
T: +49 30 612877-33 | pe@bagjack.com



Cuculus GmbH
Ehrenbergstraße 11 | 98693 Ilmenau
Ansprechpartner: Stefan Grosche
T: +49 3677 686000-0 | s.grosche@cuculus.net



ESKA Erich Schweizer GmbH Elektrotechnische Fabrik
Antonius-Raab-Straße 10 | 34123 Kassel
Ansprechpartner: Annette Schweizer-Leischner
T: +49 561 58904-0 | schweizer-leischner@eska-fuses.de

bagjack e. K.

Als Hersteller von Taschen oder Transportbehältern besitzt bagjack Erfahrungen in der Verarbeitung von Materialien mit den unterschiedlichsten physikalischen Eigenschaften. So werden steife Kunststoffplatten, Materialien mit hoher Schnittresistenz sowie feste und elastische Textilien verarbeitet. Bei vorangegangenen Projekten stellte sich heraus, dass den individuellen Alltagsansprüchen der Anwender eine modulare Integration von technischen Funktionen aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten entgegenkamen. Diese Erkenntnisse waren für das Beschreiben der für Inmouldtronic notwendigen Stecksysteme von Vorteil.

Cuculus GmbH

Die Cuculus GmbH mit Hauptsitz in Ilmenau und zwei weiteren Büros in Leipzig und Erfurt liefert und betreibt Softwarelösungen für den Energiesektor und darüber hinaus. Das Kernprodukt, die Software ZONOS™-Plattform, ist dabei nur der Startpunkt, von dem aus gemeinsam mit Kunden und Partnern passgerechte Lösungen entwickelt werden. ZONOS™ ermöglicht die Bereitstellung kompletter Servicekonzepte oder einzelner Endkundenprodukte und kann mit den technischen, kommerziellen und prozessualen Anforderungen der Kunden wachsen. Als IoT Plattform für kritische Infrastrukturen ist ZONOS™ perfekt auf die speziellen Bedürfnisse von Smart Metering, Smart City und Smart Grid Anwendungen zugeschnitten.

ESKA Erich Schweizer GmbH Elektrotechnische Fabrik

Mit über 100 Jahren Erfahrung ist ESKA DER Hersteller von G-Sicherungen und G-Sicherungshaltern in Deutschland. Das Unternehmen entwickelt und produziert Produkte auf Grundlage kundenindividueller Anforderungen und allgemein eingeführter Standards. Abnehmer kommen aus den Bereichen der weißen Ware, Haustechnik, Heizungs- und Klimatechnik, Unterhaltungselektronik, alternativen Energietechnik, Medizintechnik und Industrieanwendungen. Die Sicherheit der Produkte steht dabei immer im Vordergrund. ESKA bietet Unterstützung im Design-In der Sicherungen. Durch das Know-how des Teams kann so die passende Sicherung für die Applikation bestimmt werden.



Kunststoff-Zentrum in Leipzig gGmbH
Erich-Zeigner-Allee 44 | 04229 Leipzig
Ansprechpartner: Dr. Thomas Wagenknecht
T: +49 341 4941-603 | wagenknecht@kuz-leipzig.de



Das Institut für Spezialtextilien
und flexible Materialien

Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e.V. (TITV Greiz)
Zeulenrodaer Straße 42 | 07973 Greiz
Ansprechpartner: Dr. Andreas Neudeck
T: +49 3661 611-204 | a.neudeck@titv-greiz.de



WESKO GmbH
Albert-Schweitzer-Straße 1 | 09366 Stollberg/Erzgebirge
Ansprechpartner: Andreas Hildebrandt
T: + 49 37296 922-80 | info@wesko-gmbh.de

Kunststoff-Zentrum in Leipzig gGmbH

Das Tätigkeitsspektrum des Kunststoff-Zentrum in Leipzig (KUZ) umfasst Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im vorwettbewerblichen Bereich, Verbundforschung mit der Industrie, spezielle Dienstleistungen, Technologietransfer, Informationsvermittlung und Weiterbildungsveranstaltungen. Die Kernkompetenzen liegen im Bereich des Thermoplastspritzgießens. Zur Einbettung von textilen Strukturen in Kunststoffbauteilen wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Forschungsvorhaben durchgeführt, um die mechanische Verstärkung oder die elektromagnetische Abschirmung von spritzgegossenen Kunststoffformteilen durch textile Einleger zu untersuchen.

Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e.V. (TITV Greiz)

Als wirtschaftsnahe Forschungseinrichtung ist das Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e.V. (TITV Greiz) Partner für Forschung, Entwicklung, Dienstleistung, Beratung, Prüfung und Weiterbildung entlang der textilen Wertschöpfungskette. Mit über 60 Mitarbeitern wird an Hightech-Lösungen gearbeitet, bei denen die klassische Textiltechnologie Basis für neue Materialien, smarte Produkte und Prozesse ist. Besonders durch die Kombination von Elektronik und Textilien werden gezielt Produkte für völlig neue Anwendungen auf dem Gebiet der Elektronik, Medizin, Fahrzeugbau, Sport und Wellness sowie Schutz und Sicherheitstechnik entwickelt.

WESKO GmbH

Werkzeugbau – Spritzgussteilproduktion – Komponentenfertigung. Mit diesen drei Bereichen hat sich WESKO seit der Gründung 2001 zu einer innovativen Firma im Bereich der Kunststofftechnik entwickelt. Im Formenbau liegt der Fokus auf Steckverbindungen, vom Mikrospritzgusswerkzeug bis zu Serienformen in der Mehrkomponentenspritztechnik. WESKO entwickelt und fertigt Prüfsteckverbinder zur Qualitätsüberwachung für nahezu alle europäischen Automobilhersteller.

➤ Problemstellung und Motivation

Textile Strukturen sind die Basis für die Integration elektronischer Komponenten und Sensoren in Technischen Textilien und Verbundbauteilen: von Bedienelementen in Oberflächen bis hin zur Integration von neuen Funktionen in Bekleidung (Smart Textiles). Aktuelle Studien belegen, dass sich das Marktvolumen von Smart Textiles in Deutschland innerhalb von fünf Jahren bis 2022 nahezu verdreifachen wird. Um ein derartiges Wachstum zu ermöglichen, sind fortschrittliche Technologien erforderlich, die eine individuelle und zuverlässige Fertigung sowie die Anbindung an standardisierte hard- und softwaretechnische Entwicklungen sicherstellen.

Inmouldtronic basiert auf der Idee, eine Plattform für kostengünstige, individuelle, vernetzbare elektronische Textilien – Textronic – zu entwickeln. Dabei soll die Verbindung von kostengünstiger Massenfertigung (Spritzguss) mit innovativer, individueller Fertigung von textilen Produkten geschaffen werden, um vernetzbare textile Geräte mit standardisierter Schnittstelle für die Stromversorgung und sicheren Datentransfer zu integrieren. Mit dem vorgesehenen modularen Aufbau ist die Textronic-Plattform für die unterschiedlichsten Branchen einsetzbar.

Die Herausforderung im Vorhaben Inmouldtronic ist es, leitfähige Materialien, eine neue Spritzgusstechnologie und leitfähige, textile Strukturen miteinander zu kombinieren.

Das erfordert die Entwicklung von:

- Steckverbindungen aus leitfähigen Materialien mit den entsprechenden Spritzgusswerkzeugen,
- Leitfähigen Bandstrukturen, in die elektronische Baugruppen wie Sensoren eingepasst und Steckverbindungen angespritzt werden können,
- kompatiblen Sensoren mit einer sicheren Signalverarbeitung sowie
- Softwarelösungen mit einer störungsfreien Datenübertragung und kundenindividueller Auswertung.

Auf diese Weise entstehen vernetzbare, elektronische Baugruppen als modular aufgebautes, textiles Baugruppen-Array, mit standardisierter Schnittstelle für einen durchgängigen und echtzeitfähigen Datenaustausch und für die Stromversorgung. Auf Grundlage dieser Entwicklungen sollen kleinere und mittlere Unternehmen komplexe, textile Geräte in Form der Textronic-Plattform kundenspezifisch konzipieren und herstellen können, deren Anschluss- und Verbindungstechnik sich kostengünstig im Spritzgussverfahren herstellen lässt.

➤ Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele

Inmouldtronic trägt dem Kerngedanken von futureTEX, der vernetzten kundenspezifischen und gleichzeitig automatisierten Produktion neuer, hochinnovativer Produkte, Rechnung. Die Zielstellungen von Inmouldtronic sind nur

mit dem aus neun Unternehmen bestehenden, interdisziplinären Verbundkonsortium erreichbar. Auf diese Weise wird man dem in futureTEX verfolgten Konzept der branchenübergreifenden Öffnung des Innovationsprozesses

gerecht. Inmouldtronic bildet die Basis für Anschlussentwicklungen im gesamten futureTEX-Verbund für innovative textile Produkte. Insbesondere für den Bereich Logistik werden die standardisierten Steckverbindungen

und die normenkonforme Software für den Aufbau eines modularen Baukastens zur Erfassung von individuellen, in der Logistik relevanten Daten entwickelt.

➤ Lösungsansatz

Für die Anbindung von Elektronikkomponenten in das Textil bestehen immer noch Schwachstellen hinsichtlich Passform bzw. Symmetrie, Genauigkeit, Haltbarkeit und Zuverlässigkeit. Erste Schritte zur Kombination von leitfähigen, textilen Strukturen und der Spritzgusstechnik wurden bereits erfolgreich beschritten. In zunehmendem Maße besteht allerdings die Forderung, hochintegrierte Kunststoffformteile, z. B. für mikrosystemtechnische und mechatronische Baugruppen, in immer kleinerem Größenmaßstab zu fertigen. Diese kann der Standardspritzguss aufgrund zu hoher Formteilgewichte nicht mehr erfüllen. Das Hinterspritzen von Funktionselementen mit thermoplastischen Kunststoffen etabliert sich zunehmend, wobei die Realisierung dieser Technologie für textile Substrate mit hoher Funktionsintegration zunächst an einfachen Prototypen erfolgte und künftig noch weitere Entwicklungsarbeiten erfordert.

Zur Realisierung der Aufgabenstellung wurden aus den Vorgaben der Anwender zunächst die Anforderungsprofile für leitfähige Steckverbinder, Sicherungen, Verkapselungen, zu entwickelnde, leit- und spritzgussfähige Materialien sowie textilintegrierte Hard- und Softwarekomponenten für die textile Elektronik erarbeitet. Darauf aufbauend wurden für die Textronic-Plattform textile Strukturen für den Spritzgussadapter, die Platine und deren Bestückung mit Blick auf das modulare Baukastenprinzip konzipiert. Die Entwicklung des Interface-Spritzguss-Textils bedarf der Optimierung der leitfähigen Textilstruktur, des Abstands der Textilstruktur zur Kontaktfläche am Stecker, des elektrischen Kontakts zwischen Textil und Spritzguss sowie die Entwicklung des Spritzgusswerkzeugs für das Funktionsmuster. Maßgeblich für die Konzipierung der

Software ist die sichere Erfassung der Daten sowie deren kundenspezifische Aufbereitung in Form eines überschaubaren und verständlichen Ergebnisses, welches dem Kunden in Echtzeit zur Verfügung gestellt wird. Parallel zu den Einzelentwicklungen wurden von den Endanwendern Designvorschläge skizziert und konstruiert, Versuche zu Materialvarianten, Gestaltung und Verarbeitung, zur Integration der zusammensteckbaren Einzelmodule der Textronic-Plattform, der Anbindung des Softwaresystems, zur Lage und den Abmaßen der Sensoren, Adapter, Stromversorgung usw. durchgeführt sowie Dummy-Module angefertigt. Kernkomponenten des modular aufgebauten Baukastensystems sind die mit Sensoren bestückte Textronic-Plattform, die funktionierende Signalverarbeitung sowie der sichere Datentransfer zum Kunden. Für die Textronic-Plattform wurden die folgenden, technischen Lösungsansätze entwickelt.

Leitfähige Bandstruktur

Es wurden leitfähige Bahnen zur Positionierung der Sensoren mit Wiederholung von Kontaktierungspunkten entwickelt, um in einem festgelegten Abstand Stecker anzupritzen bzw. Sensoren wie Beschleunigungs-, Neigungs-, Licht- und/oder Temperatur aufzubringen. Zur freien Positionierung wird die FSD-Technologie in einer modifizierten Form angewendet. Dabei werden die Sensoren auf ein flexibles Leiterplattensubstrat aufgebracht, welches anschließend analog einer Paillette auf das Textil automatisch aufgesteckt werden kann. Die leitfähige Verbindung zwischen Kontaktpunkten auf der FSD und den Leiterbahnen im Gewebe erfolgt mithilfe von leitfähigen Fadenmaterial.

Steckersystem

Zur Anbindung des Steckersystems sollen die Stecker auf leitfähigem Spritzguss basieren und zur Kontaktierung von textilen Leitungen untereinander, wie auch zur Kontaktierung mit einer Leiterplatte eingesetzt werden. Hierfür ist eine Stecker-Stecker-Lösung vorgesehen, deren Größenverhältnisse zwischen Band und Stecker sowie deren Passgenauigkeit bzw. Symmetrie genauer zu untersuchen sind. Damit soll sichergestellt werden, dass die Steckverbindung gut ineinandergreift und die einzelnen Kontakte unter einem gewissen Anpressdruck stehen, was für eine gute elektrische Verbindung unabdingbar ist. Dafür muss ein entsprechendes Werkzeug konstruiert und angefertigt werden, welches auch die beweglichen und bruchgefährdeten Kontakte stabilisiert.

Die Stecker zeichnen sich dadurch aus, dass die leitfähige Spritzguss-Komponente direkt an die leitfähig strukturierte, textile Platine oder das textile, vierpolige Zuleitungsband angespritzt wird und die elektrische Kontaktstelle zwischen Textil und leitfähigem Spritzguss von der nicht-leitfähigen Spritzgusskomponente vollständig umschlossen

sen ist. Auf diese Weise entsteht eine hoch zuverlässige und durch die vollständige Kapselung geschützte, elektrische Verbindung zwischen Stecker und Textil.

Ein entscheidender Vorteil der Steckerlösung ist, dass durch die Symmetrie der Stecker nur ein einziges im Spritzgussverfahren hergestelltes Bauteil für die Verbindung benötigt wird. Auch eine Montage als Platinenrand-Steckverbinder ist möglich und schafft die Verbindung der Textronic-Plattform zu einer Datenverarbeitungseinheit. Dem modularen Baukastenkonzept entsprechend wurden Schnittstellen geplant, die weitere Baugruppen von textil-integrierter Elektronik erlauben, damit deren Einsatzmöglichkeiten auch auf weitere Anwendungsfälle erweiterbar sind. Für eine sichere Signalverarbeitung müssen die textilkompatiblen Sensorsysteme zuverlässig, robust und passgenau in die Textronic-Plattform integrierbar sein. Dazu wurde eine Elektronikplattform entwickelt, welche aus einer kommerziell erhältlichen BeagleBone-Platine und einer speziell für den Anwendungsfall entwickelten Aufsteckplatine besteht. Die von den Sensoren erhaltenen Daten werden gespeichert, ausgelesen oder bei Bedarf über eine Funkschnittstelle übertragen.

Inmouldtronic



Abbildung 1: Konzept Inmouldtronic. Quelle: TITV Greiz

Getestet wurde das Gesamtsystem (Abbildung 1) in einer Transporttasche für Fahrradkuriere. Um einen einfachen und damit wirtschaftlichen Einbau zu erreichen, wurden

alle relevanten Komponenten in ein, den individuellen Anforderungen angepasstes, Trägergestrick integriert. Der innerstädtische Transport gehört zu den Wachstumsbran-

chen im Bereich der Logistik. Optimierungen in dieser Logistikkette hinsichtlich Transportablauf und -bedingungen sowie die Vernetzung mittels eines durchgängigen und echtzeitfähigen Datenaustauschs bergen ein hohes Potenzial an Einsparungen und Image. Das Gesamtsystem Inmouldtronic schafft die Voraussetzungen das Transportgeschehen transparent zu machen, mit dem Ziel, qualitätsgerecht und schneller zu liefern.

Konkret wurden im Verbundvorhaben arbeitsteilig folgende Hauptarbeitsschritte bearbeitet:

1. Konzipierung der Anforderungsprofile für die einzelnen Segmente
2. Entwicklung einer geeigneten Textronic-Plattform für die zu realisierenden Applikationsfelder
3. Entwicklung des Interface-Spritzguss-Textils
4. Entwicklung der Softwareplattform
5. Test der Funktionsmuster

➤ Ergebnisse

Im Vorhaben Inmouldtronic wurden neue, leitfähige Materialien, neue Spritzgusstechnologien und leitfähig strukturierte Textilien miteinander kombiniert. Auf diese Weise entstand ein vernetzbares, textiles Baukastensystem mit standardisierter Schnittstelle für die Stromversorgung und den Datentransfer. Die Daten werden auf einer Serverplattform gespeichert und kundenspezifisch aufgearbeitet.

Leitfähiger Compound

Mit einem elektrisch leitfähigen Compound, bestehend aus einem Basispolymer Polyamid 6 und entsprechenden leitfähigen Additiven (Kupferfasern und Metalllegierung), konnte die gewünschte elektrische Leitfähigkeit für die textile Platine erreicht werden. Um die ausreichend homogene Verteilung der Füllstoffe aufrecht zu erhalten und eine Entmischung des Compounds zu vermeiden, sind die Einhaltung der Verarbeitungsbedingungen für das leitfähige Compound unerlässlich.

Neben der gewünschten elektrischen Leitfähigkeit ist auch eine höhere Wärmeleitfähigkeit des Compounds gegeben. Diese kann unter Umständen zu negativen Einflüssen führen, wie geringe Fließfähigkeit und verminderte, stoffschlüssige Verbindung im Zweikomponenten-Spritzguss.

Die Herstellung des textilintegrierten elektronisch leitfähigen Steckers erfolgt im Zweikomponenten-Spritzguss. Die Verbindung der beiden Komponenten muss, aufgrund der geringen Haftung, formschlüssig erfolgen.

Spritzgießbare Sicherungen

Die Versuche der spritzgießbaren Sicherung wurden mit unterschiedlichen Materialien und Konstruktionen durchgeführt. Der schematische Aufbau entsprach dabei dem einer Geräteschutzsicherung. Im Überstrombereich ist der Kunststoff bei den Prüfungen, egal mit welcher Konstruktion, geschmolzen. Bei direkt eingespritztem Schmelzleiter erfüllt Kunststoff somit nicht die thermischen Anforderungen. Das ursprüngliche Ziel des Vorhabens – eine anspritzbare Sicherung zu konstruieren – ist somit nicht umsetzbar. Erfolgreich war die Kontaktierung des Schmelzleiters durch leitfähigen Kunststoff. Hier haben sich im Vergleich zur klassischen Schmelzsicherung nur leichte Unterschiede im Widerstand zum Anlöten des Drahts gezeigt. Die Übergangswiderstände hängen hier deutlich von der Verteilung der leitfähigen Partikel ab. Es muss bei der Kontaktierung der äußeren Fläche darauf geachtet werden, dass entsprechende Bereiche mit hohem Anteil leitfähiger Partikel genutzt werden.

Steckverbinder

Das Ziel bestand darin, technologische Lösungen zu erarbeiten und umzusetzen, um im Spritzgussverfahren leitfähige Polymerblends und leitfähige strukturierte Textilien miteinander zu verbinden und somit geeignete Steckverbinder bereitzustellen. Für die Entwicklung dieser wurden konkrete Anforderungen an die Gestaltung der textilen Bänder erarbeitet, an denen die Steckverbinder in einem mehrstufigen Spritzgießverfahren angebracht wurden. Insbesondere betraf dies die Breite der Bänder und der Kontakte sowie die Kontaktabstände. Hieraus ergaben sich die Anschlussmaße für die Gestaltung sowie das Teilevolumen des Steckverbinders.

In einem ersten Schritt wurden Kontakte an die leitfähigen Bahnen der textilen Bänder angespritzt. Diese Kontakte bestehen aus Schulatec® TinCo® 50 (A. Schulman GmbH), einem leitfähig modifizierten Polyamid 6. Das Kontaktmaterial wurde zudem auf seine Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften untersucht. Für die Einhausung der Kontakte auf dem Textil wurde in zwei Schritten ein Gehäuse im Spritzgießverfahren angebracht. Als Gehäusematerial wurde ein ungefülltes Polyamid 6 eingesetzt, um eine hohe stoffschlüssige Haftfestigkeit zu den Kontakten zu erzielen. Zur Optimierung der Prozessparameter wurden systematische Spritzgießversuche durchgeführt. Der Steckverbinder wurde so ausgelegt, dass eine Kontaktierung an modifizierte Platinen sowie eine Verbindung der Stecker untereinander ermöglicht wird.

Das Konzept enthält auch die Arretierung gegen selbstständiges Lösen. Im Rahmen des Vorhabens wurde ge-

prüft, inwieweit Sicherungen im Gesamtkonzept für die vorgesehenen Einsatzgebiete integriert werden können. Dazu erfolgte die Erarbeitung spritzgießtechnischer Lösungen. Hierbei sollte ein Sicherungsdraht im Spritzgießverfahren mit Kunststoff umhüllt werden. Nach Durchführung der entsprechenden Versuche wurde jedoch festgestellt, dass der Sicherungsdraht den hohen Drücken im Spritzgießprozess nicht standhalten kann, sodass keine Funktionalität nach erfolgtem Prozess erzielt werden kann.

Steckerform – Spritzguss/Formenbau

Aufgaben der WESKO GmbH und des KUZ Leipzig waren die Entwicklung und Fertigung des Steckers. Unterstützt wurden die Arbeiten durch das TITV Greiz. Für die eingewebte textile Leiterbahn wurde ein Konzept entwickelt, um die Abformung des Steckverbinders spritzgussgerecht zu ermöglichen.

Im ersten Schritt wurden auf die textilen Leiterbahnen die künftigen Kontaktierungsstellen angespritzt. Als leitfähiges Basismaterial kam dabei TinCo® von A. Schulmann zum Einsatz. Nach einem Beschnitt des textilen Bands mit den aufgespritzten Kontaktelementen erfolgte das Anspritzen des Steckergehäuses (Griffstück). Dieser Schritt ist nötig, um die sehr beweglichen und bruchgefährdeten Kontakte an der textilen Leiterbahn zu fixieren und zu stabilisieren. Mit dem Anspritzen des Gehäuses wird gleichzeitig ein funktionelles und kantenfreies Design realisiert. Das Gehäuse lässt sich durch die enthaltene Verrastung jederzeit sicher öffnen und wieder verschließen. Als Ergebnis liegt ein funktionstüchtiger, reproduzierbarer Steckverbinder vor, der die geforderte Funktion aufweist (Abbildung 2).

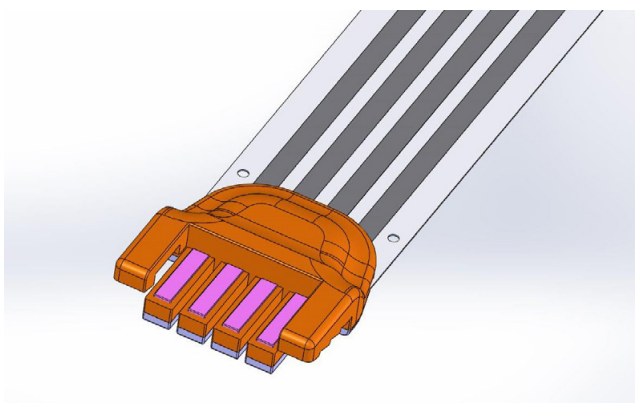


Abbildung 2: Im Rahmen des Vorhabens wurde durch die WESKO GmbH ein Steckverbinder entwickelt und vom KUZ Leipzig gefertigt. Quelle links: WESKO GmbH; rechts: KUZ Leipzig

Sensorband zur Funktionsüberwachung für digital vernetzte, modulare Textilsensoren

Die Basis für die digital vernetzte, modulare Textilsensorik sind webtechnisch mit leitfähigen Fäden hergestellte Sensorbänder, die je nach Anforderung mit den verschiedensten Sensoren bestückt werden. Um die leitfähigen Fäden zu isolieren und vor mechanischen Einwirkungen zu schützen, sind diese vorrangig in der Mittellage des Mehrlagenwebes eingewebt. Im Rapport wiederholen sich die Kontaktierungspunkte auf der Bandoberseite. Damit ist es möglich, in einem festgelegten Abstand Sensoren aufzubringen bzw. Stecker anzuspritzen. In Form eines Baukastensystems (*Abbildung 3*) können Beschleunigungs-, Neigungs-, Licht- und/oder Temperatursensor sowie Sensoren zum Einlesen analoger Spannungswerte kombiniert und mit intelligenten Verbindungssteckern zusammengefügt werden. Um die verschiedenen Sensoren zu einem Netzwerk zu verschalten, wurde ein textilkompatibles Steckersystem entwickelt, bei dem die Kontakte im Spritzgussverfahren mittels hochleitfähigem Kunststoff direkt auf die leitfähigen Bänder aufgespritzt werden. Dadurch wird ein hoher Schutz der Kontaktstellen sowie eine schnelle und kostengünstige Produktion der Bänder erreicht.

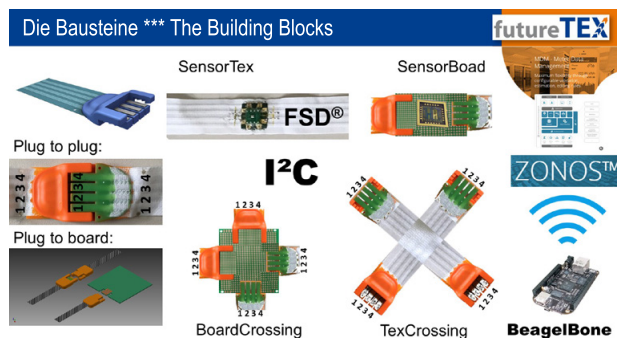


Abbildung 3: Beispiele zur Verschaltung von Sensoren. Quelle: TITV Greiz

Durch das Baukastensystem und die Variation unterschiedlicher Sensortypen, ist eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten gegeben. Gerade im Bereich der Logistik, wo ein cleveres Liefermanagement hinsichtlich Transportgut und -zeit notwendig ist, können neben der Sendungsverfolgung in Echtzeit das unbefugte Öffnen oder das Fallen des Transportguts erkannt und bei Schadensfällen zur Analyse genutzt werden. Die erfassten Daten werden direkt an die eigene sichere IoT-Serverplattform ZONOS™ übergeben. ZONOS™ arbeitet die Daten kundenspezifisch auf, erzeugt ein überschaubares und leicht verständliches Resultat, das dem Kunden in Echtzeit zur Verfügung gestellt wird.

Sensorentwicklung

Die AMAC entwickelte für smarte Textilien, wie sie von den Firmen warmX und bagjack vorgestellt werden, die notwendigen elektronischen Komponenten und Sensoren. Als Demonstrator wurde eine Fahrrad-Transporttasche des Vorhabenpartners bagjack mit Sensoren und Elektronik ausgestattet. Dafür wurde ein spezieller Sturzsensoren entwickelt, der unzulässige Belastungen des Transportguts erkennt. *Abbildung 4* zeigt den inneren Aufbau des Sensors, *Abbildung 5* den Sturzsensoren im robusten Edelstahlgehäuse.

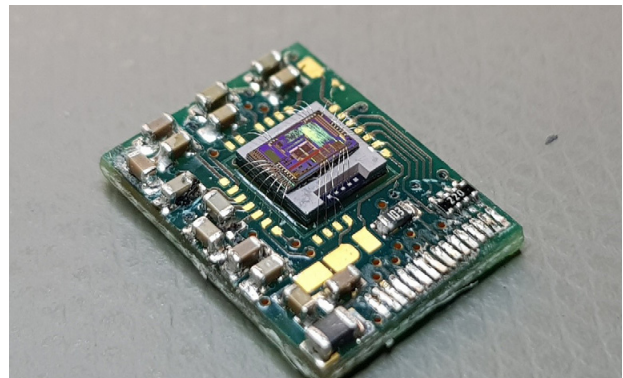


Abbildung 4: Sturzsensoren (innerer Aufbau). Quelle: AMAC ASIC- und Mikrosensorenanwendung Chemnitz GmbH

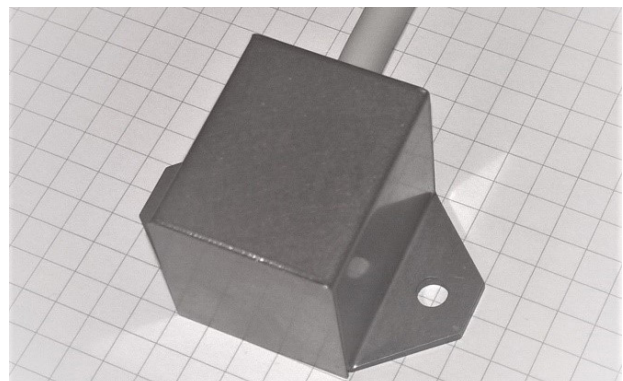


Abbildung 5: Sturzsensoren im Edelstahlgehäuse. Quelle: AMAC ASIC- und Mikrosensorenanwendung Chemnitz GmbH

Zur Sensorsignalverarbeitung wurde eine Elektronikplattform entwickelt, bestehend aus einer kommerziell erhältlichen BeagleBone-Platine und einer speziell für den Anwendungsfall entwickelten Aufsteckplatine (*Abbildung 6*). Hinsichtlich der Schnittstellen zur textil integrierten Elektronik kommt der I²C-Bus zum Einsatz. Vorteile des I²C-Busses sind die Realisierbarkeit mit nur vier Leitungen sowie dessen Einsatzmöglichkeit mit vielen kommerziell verfügbaren Sensoren. Damit ist der Baukastengedanke des entwickelten Systemkonzepts leicht auf weitere Einsatzfälle erweiterbar.

Die Aufsteckplatine enthält analoge Schnittstellen (z. B. zum Anschluss von Temperatursensoren, Dehnungssensoren und Sensoren zur Erkennung des Aufschlitzens der Transporttasche) sowie I²C-Schnittstellen zum Anschluss digitaler Sensoren, insbesondere des Sturzsensors. Die Aufsteckplatine ermöglicht auch den Anschluss spezieller textiler Sensoren, wie sie vom Vorhabenpartner TITV Greiz entwickelt werden. Damit können alle Anforderungen von bagjack bezüglich der anschließbaren Sensoren zur Überwachung der Transporttasche und des Transportguts erfüllt werden.

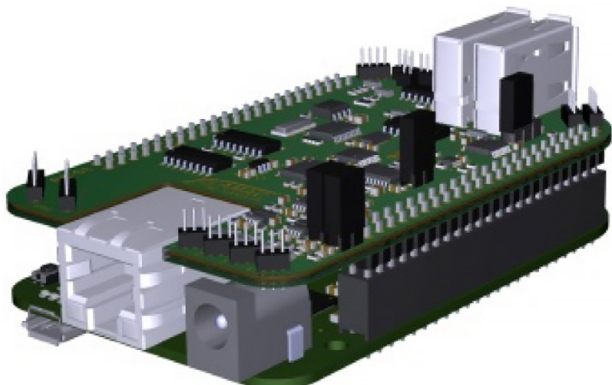


Abbildung 6: Textronic-Plattform zur Sensorsignalverarbeitung, bestehend aus Beagle-Bone-Board und Aufsteckplatine (Abmessungen 89 mm x 53 mm). Quelle: AMAC ASIC- und Mikrosensoranwendung Chemnitz GmbH

Die Ergebnisse der Transportüberwachung können auf einer SD-Karte gespeichert und nachträglich ausgelesen oder bei Bedarf auch über eine Funkschnittstelle übertragen werden.

Hard- und Softwareentwicklung

Die Cuculus GmbH beriet die Vorhabenpartner zur Standard- und Normenkonformität bei den Anforderungen zur Softwareentwicklung und Datenübertragung. Die sich daraus für die Teilkomponenten ergebenden Spezifikationen und deren Realisierbarkeiten wurden abgeschätzt und Lösungsansätze mit allen Partnern diskutiert und konkretisiert. Die Analyse grundlegender Funktionsmerkmale der für die in Inmouldtronic von der AMAC und den Anwendern (warmX und bagjack) eingebrachten Hardware führte zur Konzepterstellung für den gesicherten Datenaustausch, der Pflichtenhefterstellung des Demonstrators und der Erarbeitung eines Konzepts zur Übertragung und Einbindung des Softwareprinzips Middleware, dem Aufbau von Dienstschnitt und Zwischenanwendungen für anwendungsneutrale Programme, welche die hardwareseitigen Besonderheiten von smarten Textilien berücksichtigen und auf denen die Anwenderapplikationen

laufen. Als Ergebnis kann die Entwicklung eines einheitlichen, medizinkompatiblen Softwarekonzepts für die entwickelte Textronic zwecks eines einfachen und sicheren Datentransfers verzeichnet werden. Die Design- und Entwicklungsarbeiten zur Programmierung der Software-Plattformlösung sind normenkonform dokumentiert und zur Änderungsverfolgung und Testdokumentation vorbereitet. Eine Beta-Version einer als Pilotmodell geeigneten Middleware-Plattform liegt vor und kann mit den Funktionsmustern getestet werden.

Strickinlay

Für den Demonstrator wurde das Strickinlay für die Anordnung der Funktionselemente, der Energieträger, die Träger für die Kabelführung usw. konzipiert. Vorteilhaft ist, dass das Inlay individuell angefertigt werden kann. Je nach Anwendungsfall erhält der Musterentwickler die Schnittkonstruktion der Tasche, die Positionierung der zu integrierenden Textronic-Teile sowie deren Zuleitungen. Diese Vorgaben werden in Maschinensprache kompiliert und vollautomatisch abgestrickt. Als Materialkombination wird Baumwolle mit Polyacrylnitril (Co/PAN) favorisiert. Es können z. B. auch Elastangarne für mehr Dehnbarkeit oder Garnmaterialien zur Abschirmung (z. B. Shieldex®) eingesetzt werden. Die maximale Strickbreite beträgt 90 cm. Für ein einfaches Handling wird das Strickinlay mit Klettverschluss in der Tasche befestigt. Die Integration von Elektronikteilen in das Trägergestrick zeigt die folgende Abbildung 7.



Abbildung 7: Gestricktes Tascheninlay mit Funktionselementen. Quelle: warmX GmbH

Die Überwachung und Sicherung von Transportgut ist ein wesentlicher Wettbewerbsfaktor in der zukünftigen innerstädtischen Transportlogistik. Durch die zunehmende Überlastung der Straßen und die Parkplatzsituation in Großstädten sowie die Verteuerung der Energie und das steigende ökologische Bewusstsein werden Fahrrad-

kuriere immer interessanter. Um den unterschiedlichsten Ansprüchen gerecht zu werden, lassen viele Kuriere ihre Fahrräder individuell je nach Transportgut fertigen und spezialisieren sich damit auf eine produktspezifische Beförderung mit einem optimalen Packtyp. Dazu leistet das Projekt einen wesentlichen Beitrag. Die Systematisierung der einzelnen Anwendungsfälle ermöglicht die Erstellung eines Baukastensystems für eine effiziente und kurzfristige Belieferung des Taschenproduzenten mit individuell angepassten Strickinlays.

Transporttasche für Kurierdienste mit Lastenfahrrad

Es wurden verschiedene Anwenderprofile bzw. Einsatzfragen über Endanwender wie Kuriere/Transportdienstleister, Handwerker und Essenstransporter erstellt. Um auf die verschiedenen Profile flexibel reagieren zu können, wurde ein textiles Modul zur Integration der elektronischen Komponenten entwickelt. Wichtig war dabei eine kosteneffiziente Fertigung. Dazu wurde als Lösung eine textile Plattform definiert, die von warmX angefertigt wird. Diese gewährleistet das anwenderspezifische Konfigurie-

ren der Hardware auf der textilen Plattform. Berücksichtigt wurden dabei auch Fragen wie Wartung und Instandhaltung. Es wurden Orte definiert, an denen die Sensoren optimal arbeiten können und dafür wurde in der textilen Plattform die Positionierung festgelegt. Die Verwendung unterschiedlicher Sensoren und Ihre Vernetzung wurde gemeinsam mit den Projektpartnern diskutiert und die benötigten Sensoren ausgewählt, wie zum Beispiel: Temperatur, Beschleunigung, Neigung, Schwingung, Magnetverschluss mit Öffnungsdetektor und Schnittsensor im Textil für Beschädigungsdetektion oder Einbruch.

Der Anwendungsbereich erfordert zusätzlich die Anforderung einer hohen Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischer Beanspruchung, der Witterungsbeständigkeit bei Kälte -20 °C und Hitze +80 °C sowie Feuchtigkeit/Nässe. Es wurden Dummy-Module gefertigt und deren Integration in das Testobjekt vorgenommen. Bei den Proben und Versuchen mit den Modulen wurden die theoretisch erarbeiteten Vorgaben geprüft. Aus den Ergebnissen wurden die Vorgaben angepasst und in den finalen Demonstrator eingearbeitet.

➤ Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung

Die Ergebnisse von Inmouldtronic sind für die AMAC sehr wertvoll, da mit diesen für die Sensoren und Condition-Monitoring-Lösungen der AMAC neue Anwendungsfelder in der Textiltechnik und, mit den Transporttaschen von bagjack, auch in der Logistik erschlossen werden, die zum weiteren Wachstum der AMAC beitragen.

Eine besondere Herausforderung für die Schnittkonstruktion und Fertigungsprozesse stellen die neuen Materialien und ihre besonderen verarbeitungs- und materialmechanischen Eigenschaften dar. Diese so aufeinander abzustimmen, dass sie weitestgehend den definierten Anforderungsprofilen entsprechen, ist gelungen. Der Demonstra-

tor von bagjack ist als Basisausführung ein guter Grundstein und Erfahrungsspendender für weitere Entwicklungen bis hin zur Serienfertigung und damit für eine kosteneffiziente Fertigung für die verschiedensten Marktsegmente.

Die Cuculus GmbH möchte in den kommenden zwei Jahren den Markt der smarten Textilien erschließen und Lösungen anhand der vorgenannten Ergebnisse und Erfahrungen als „Software as a Service“ oder als lokale Lösung für Hersteller smarter Textilien zur Verfügung stellen.

Aufgrund der erzielten Ergebnisse ist eine direkte Verwertung durch ESKA Erich Schweizer GmbH derzeit nicht

gegeben, es werden jedoch weitere Untersuchungen bezüglich der Garne als Schmelzleiter angestrebt, da hier Vorteile für Schmelzsicherungen mit kleinen Nennströmen erwartet werden.

Die durch das Vorhaben gewonnenen Erkenntnisse werden bei der Kunststoff-Zentrum in Leipzig gGmbH dazu beitragen, das Umspritzen von funktionalisierten, flexiblen Einlegern als qualitativ neuartiges Verfahren vermehrt in die industrielle Anwendung zu überführen und weitere Forschungsvorhaben im KUZ zu generieren. Zudem wird dieses Wissen in den Seminaren und Schulungen des KUZ eine zunehmende Rolle bei der Vermittlung von Technologien und Erfahrungen zur Herstellung von neuartigen Kunststoffformteilen spielen.

Im Verbundvorhaben ist ein vernetzbares, textiles Baukastensystem mit textil adaptierbaren und integrierbaren Sensorarrays entstanden, das für viele Anwendungsszenarien eingesetzt werden kann. Mit der Möglichkeit der Anbindung an die Serverplattform ZONOS™ wird das Gesamtsystem den Anforderungen des heutigen und zukünftigen Internethandels gerecht. Damit können die verschiedensten Märkte erschlossen werden. Mit der Entwicklung

der Komponenten in Form eines Baukastensystems besteht eine Lösung, mit der individuelle Kundenwünsche effizient und wirtschaftlich realisiert werden können. Mit dem Nachweis der Leistungsfähigkeit des Steckersystems und der textilen Platine in Kombination mit einem sicheren Datentransfer sind Voraussetzungen vorhanden, die es der warmX GmbH ermöglicht, auch in weiteren Anwendungsfeldern wie z. B. in der Medizin, im Sport- und Freizeitbereich, im Arbeitsschutz, im Bereich der Bekleidung usw. das System zu etablieren. Hier können mit Hilfe der Teilkomponenten die unterschiedlichsten Anwendungen realisiert werden. Der Vertrieb des weiterentwickelten, marktfähigen Systems wird sowohl im Direktvertrieb durch die warmX GmbH als auch in Zusammenarbeit mit Vertriebspartnern aus den Bereichen der Medizin, dem Personenschutz sowie in weiteren Bereichen angestrebt.

Nach Weiterentwicklung des leitfähigen Materials für die Kontakte mit nochmals optimierten Leiteigenschaften lässt sich die Entwicklung durch die WESKO GmbH bei Themengebieten der Logistikbranche sowie bei E-Health Anwendungen einsetzen. Somit könnte bei positiver Marktakzeptanz ein neues Geschäftsfeld für die Produktion entstehen.

➤ Ausblick

Das im Vorhaben Inmouldtronic entwickelte, vernetzbare und textile Baukastensystem, einschließlich der Integration verschiedener Sensorarrays und der Anbindung der Serverplattform ZONOS™, ist die Basis für den Einsatz als textiles Internet der Dinge (IoT). Um es einem breiten Anwenderkreis nutzbar zu machen, ist die Fortsetzung der Arbeiten notwendig. Die vertrauensvolle und interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den neun Vorhabenspartnern, dem futureTEX-Team sowie dem Projektträger sicherte die zukunftsweisenden Vorhabenergebnisse.

Die gemeinsam im Vorhaben entwickelten Lösungen können durch weiterführende Arbeiten hin zu marktreifen Lösungen geführt werden. Dazu ist die Kooperation mit Logistiknetzwerken wie LOGISTIG LIVING LAB und LOG-fair.online vorgesehen. Die Kontakte sollen auch durch organisierte Treffen mit Logistikdienstleistern ausgedehnt werden. Die Verbreitung der Ergebnisse auf Fachtagungen, Konferenzen, Workshops, Webinaren und Symposien wird die Zusammenarbeit mit zahlreichen weiteren Anwendern intensivieren.

➤ Impressum

Konsortialführer Projekt futureTEX:

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)
An-Institut der Technischen Universität Chemnitz
Geschäftsführung: Dipl.-Ing.-Ök. Andreas Berthel

Postanschrift:

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)
Postfach 13 25
09072 Chemnitz

Besucheradresse:

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)
Annaberger Straße 240
09125 Chemnitz

Kontakt:

Projektleitung: Dirk Zschenderlein
E-Mail: dirk.zschenderlein@stfi.de
Tel.: +49 371 5274-283
Fax: +49 371 5274-153
www.futuretex2020.de

Verbundkoordinator Umsetzungsvorhaben Inmouldtronic:

warmX GmbH
Herderstraße 2
99510 Apolda
Ansprechpartner: Christoph Müller
Tel.: +49 3644 5047-60
E-Mail: textile@warmx.de

Lektorat und Gestaltung:

P3N MARKETING GMBH
Deubners Weg 10
09112 Chemnitz
Tel.: +49 371 243509-00
Fax: +49 371 243509-19
E-Mail: info@p3n-marketing.de

