futureTEX

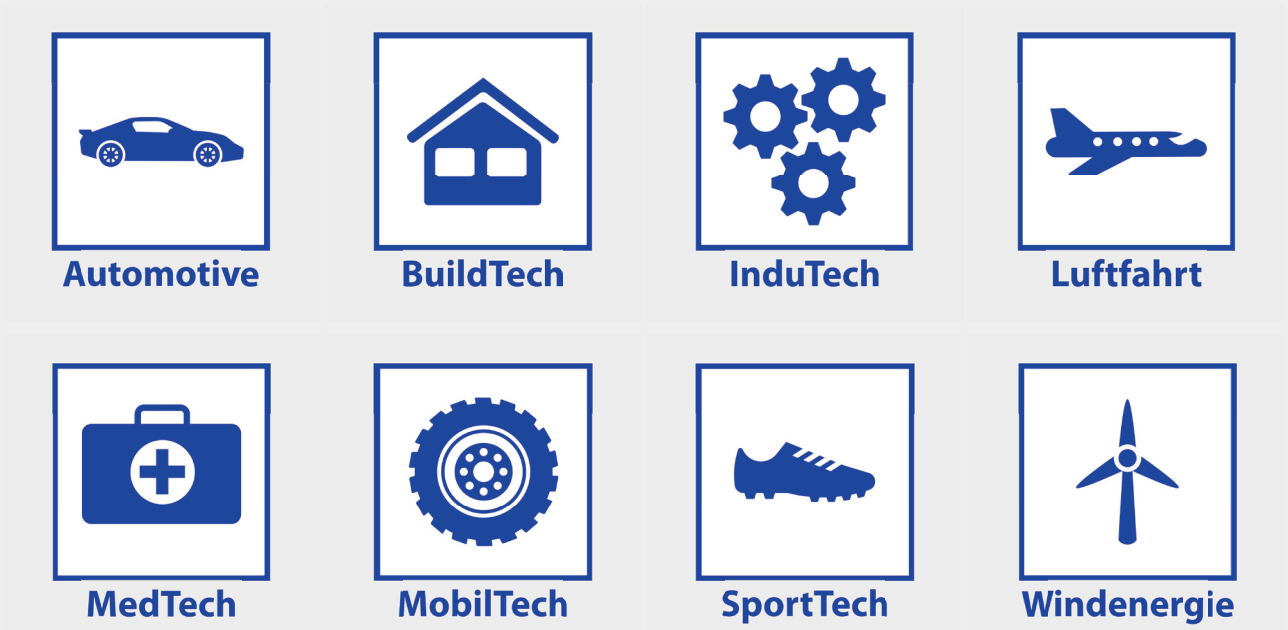
Zukunft unternehmen!

TourAtlas

TexPCB

Zukunft unternehmen!

Unsere Anwendungsfelder



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 Wertschöpfungsnetzwerk 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 TexPCB

Entwicklung flexibler, vliesbasierter Leiterplatten auf Basis nachwachsender Rohstoffe

Laufzeit: 1. März 2016 – 28. Februar 2019

TexPCB 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 9

Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele 9

Lösungsansatz 10

Ergebnisse 11

Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung 16

Ausblick 17

Vier Fragen an André Lang, Geschäftsführer der Norafin Industries (Germany) GmbH 18

Management Summary

Bisher war es nur in einzelnen Fällen möglich Smart Textiles zuverlässig und gleichzeitig kostengünstig herzustellen. Sowohl material- als auch technologieseitig fehlten bislang geeignete, innovative Lösungen für Spezialanwendungen. Vor allem die Verfügbarkeit, Prozessierung und zuverlässige Kontaktierung hochflexibler, elektrisch leitfähiger Materialien mit Elektronik stellten die Branche vor große Probleme.

Im Rahmen des Vorhabens TexPCB hatten sich die Vorhabenpartner das Ziel gesetzt, mittels nanosilberbeschichteter Fasern ein dauerhaft dynamisch belastbares, elektrisch leitfähiges Basismaterial zu entwickeln, das zuverlässig anwendungsbedingten Knick- und Biegebelastungen Stand hält, ohne dass Leiterbrüche und in Folge dessen Ausfallerscheinungen der elektrischen Funktionalität auftreten.

Dazu wurden metallbeschichtete Fasern zu textilen Flächengebilden, vorzugsweise Vliesstoffen, verarbeitet, die aufgrund des breiten Applikationsspektrums und der geringen Herstellungskosten zu den größten Wachstumsmärkten im Textilsegment zählen. Um die neuartigen, elektrischen Leiter in flexible, elektrische Schaltungen zu integrieren, wurden materialangepasste Prozesstechnologien entwickelt, wobei der Fokus auf ressourcensparenden Prozessschritten und Technologien lag. Zusätzlich wurden entscheidende Arbeiten zum Brandschutz und dem sicheren Einsatz textiler Leiterplatten durchgeführt. Das stärkt das Vertrauen der Nutzer in die Produktsicherheit. Erstmalig wurde im Vorhaben auch das Ultraschall-Kunststoffschweißen zur Integration von Elektronik in die textile Leiterplatte untersucht. In diesem Verfahren werden keine zusätzlichen Rohstoffe wie Lote, Flussmittel oder mit Nanopartikeln gefüllte Pasten benötigt, um einen sicheren, elektrischen Kontakt zu realisieren. Des Weiteren stellt das Ultraschall-Verfahren eine deutlich kostengünstigere und ca. zehnfach schnellere Alternative zur vergleichbaren „Adhesive Bonding Kontaktierungstechnologie“ dar. Ebenfalls konnten neue Lösungsvarianten zum Einsatz von Vliesmaterialien für textilintegrierte Sensorelektronik, insbesondere bei der Verwendung von Vliesstoffen als Sensor- oder Aktorelemente, entwickelt werden.

Mit den im futureTEX-Vorhaben TexPCB entwickelten Materialien, Technologien und Systemen konnten textilbasierte Sensorsysteme mit ausreichend hoher Messempfindlichkeit und zugleich Robustheit gegenüber mechanischen Belastungen hergestellt werden. Beispielhaft sei der im Rahmen des Vorhabens gemeinschaftlich entwickelte, nahtlos auf eine Schaumstoffplatte integrierte Drucksensor, genannt. Er ist in der Lage, statische und dynamische Druckkräfte aufzunehmen, zu verarbeiten und die Daten visualisiert drahtlos, z. B. per Bluetooth LE an eine App, weiterzuleiten. Im Rahmen weiterer anwendungsorientierter Entwicklungen ist geplant, ihn zur Marktreife zu führen.

Partner

Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM)
Gustav-Meyer-Allee 35 | 13355 Berlin
Ansprechpartner: Christian Dils
T: +49 30 46403-208 | christian.dils@izm.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM)

Das Fraunhofer IZM betreibt anwendungsorientierte und industrienahe Forschung. Mit vier Technologie-Clustern (Wafer Level System Integration, Systemintegration und Verbindungstechnologien, RF und Smarte Sensor Systeme, Umweltbelastung und Ökodesign) wird die gesamte Spannbreite abgedeckt, die für die Realisierung zuverlässiger Elektronik und deren anwendungsorientierte Integration benötigt wird. Die Lösungen kommen in der Automobilindustrie, Medizin- und Industrieelektronik und bei Textilunternehmen zum Einsatz. Seit 2000 wird am Fraunhofer IZM an textilintegrierter Elektronik mit den Schwerpunkthemen spezifische Systementwicklung von Smart Textiles, Aufbau- und Verbindungstechnologien zur Integration von Elektronik in Textilien sowie deren Zuverlässigkeitsuntersuchungen geforscht. Eine Besonderheit stellt das „TexLab“ dar, wo textile und elektronische Technologien zusammengeführt werden.

ESYS GmbH
Schwedter Straße 34A | 10435 Berlin
Ansprechpartner: Dr. Robby Rochlitzer
T: +49 30 44329-40 | info@esys.de

ESYS GmbH

ESYS entwickelt und fertigt energiearme, miniaturisierte Elektronik mit dem Schwerpunkt auf mobile Anwendungen. Seit 1992 realisiert das Berliner Unternehmen erfolgreich eigene Standardprodukte sowie kundenspezifische Auftragsentwicklungen im Hard- und Softwarebereich. Hervorzuheben sind die neueste Generation von mobilen Datenloggern und Sensoren zur Langzeiterfassung von Klima- und Bewegungsdaten, Online-Füllstandsmessung, Transport- und Temperaturüberwachung sowie die Datenauswertung auf Mobilgeräten und Apps. Innovative Lösungsansätze auf Basis der IoT Standards wie NB-IoT, sigfox, LoRATM oder LoRaWANTM erlauben die Analyse und Verfügbarkeit der Sensordaten auf IoT-Portalen wie der ESYS LiveCloud. Bei den Auftragsentwicklungen von ESYS werden individuelle kundenspezifische Kriterien bei Design, Konfiguration und Miniaturisierung einschließlich kurzfristiger Änderungswünsche berücksichtigt.

Norafin Industries (Germany) GmbH
Gewerbegebiet Nord 3 | 09456 Mildenau
Ansprechpartner: Dr. Friedhelm Jacobi | Dr. Roland Fischer
T: +49 3733 5507-259 | friedhelm.jacobi@norafin.com
T: +49 3733 5507-248 | roland.fischer@norafin.com

Norafin Industries (Germany) GmbH

Das Geschäftsfeld der Norafin Industries (Germany) GmbH ist im Bereich der Vliesstoffherstellung sowie -ausrüstung angesiedelt. Norafin hat sich darauf spezialisiert, seinen zahlreichen Kunden im In- und Ausland umfassende Lösungskonzepte für die Anwendung von Vliesmaterialien in den verschiedensten High-Tech-Bereichen anzubieten. Das bedingt eine konsequente und stetige Forschung auf den Gebieten der Faserauswahl, der Fasermischung, der Vliesherstellung sowie der Vliesausrüstung zum Zwecke seiner Funktionalisierung.

Zahlreiche Forschungsarbeiten zur Entwicklung und Herstellung von neuartigen funktionalisierten Spezialvliesen wurden konsequent und erfolgreich von der Aufgabenstellung bis zur Anwendung in den verschiedensten Anwendungsbereichen in Industrie und Technik bearbeitet und abgeschlossen, bzw. sind gegenwärtig in Bearbeitung.

Problemstellung und Motivation

Textilintegrierten, elektronischen Systemen wird vor allem in den Anwendungsbereichen Vitaldatenmessung, Telemedizin, Therapie, Arbeitsschutz und Berufsbekleidung ein hohes Zukunftspotenzial vorausgesagt. Bislang lassen sich solche Systeme jedoch technologisch kaum oder mit ungenügender Qualität realisieren. Ein wesentlicher Aspekt dabei sind dynamische Biegebelastungen, die vor allem während des Produkteinsatzes oder beim Waschen auftreten. Bei bisher eingesetzten konventionellen Leitermaterialien, wie z. B. draht- oder metallfolienbasierten Hybriden, führen mechanische Belastungen zu Kontaktbrüchen, Funktionsverlusten und letztendlich zum Systemausfall. Im Bereich des Drahtbruchs können u. a. Hot Spots entstehen, die wiederum zu Bränden führen können. Deshalb bestand die Motivation zum Vorhaben in der Entwicklung und Untersuchung innovativer Materialien und Technologien zur zuverlässigen Integration neuartiger, flexibler Leiterplatten in Textilien, vorzugsweise Vliesstoffen. Die elektrische Leitfähigkeit wird dadurch erzeugt, dass PA 6.6-Fasern mit Silbernanopartikeln beschichtet werden. Theoretisch weisen Vliesstoffe ein nahezu ideales isotropes Verhalten auf, da die Fasern herstellungsbedingt statistisch verteilt sind und damit keine Vorzugsrichtung besitzen. Das wiederum führt zu einer deutlich höheren mechanischen Belastbarkeit der leitfähigen Basisstruktur im Vergleich zu bisher verwendeten Alternativen.

Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele

Das Konsortium hat mit diesem Verbundvorhaben einen entscheidenden Beitrag zu den futureTEX-Kernthemen „Funktionalisierung von Textilien“, „Textile Zukunftsprodukte“ und „Ressourceneffizienz“ geleistet. Es wurden neuartige, mechanisch robuste, vliesstoffbasierte Leiterplatten und ihre Fertigungstechnologien entwickelt.

Besondere Aufmerksamkeit wurde bei der Entwicklung der Herstellungstechnologie textilbasierter Leiterplatten auf die umweltschonende und ressourcensparende Strukturierung des Leiterbilds durch Laserschneideprozesse und wenige Laminierprozesse zum Verbundaufbau Substrat/Schutzlaminat gelegt. Zusätzlich zu den elektrischen Eigenschaften der vliesstoffbasierten Leiterplatte wurden auch die sensorischen Eigenschaften und potenziellen Anwendungsszenarien untersucht.

Lösungsansatz

Um den hohen Anforderungen an die textile Leiterplatte hinsichtlich Flexibilität, mechanischer Beanspruchung und Haptik gerecht zu werden und dabei gleichzeitig eine hohe elektrische Leitfähigkeit zwischen den elektrischen Bauelementen zu gewährleisten, wurden neuartige Vliesstoffe aus metallbeschichteten Fasern entwickelt. Als Schutzmaterial und zur Verkapselung der elektronischen Schaltungen wurden die neu zu entwickelnden Spezialvliesstoffe mit Brandschutzfunktionen ausgerüstet. Vor allem die Strukturierung der textilen Leiterplatte folgt einem ressourceneffizienten Ansatz durch Verzicht auf die in der Leiterplattenfertigung typischerweise verwendeten Galvanisierprozesse. Dafür wurde ein neuer Herstellungsprozess entwickelt, der auf dem Verkleben von thermoplastischen Trägerstrukturen mit elektrisch leitfähigem Textil und anschließender Erzeugung eines Leiterbilds durch Laserstrukturierung basiert.

Darüber hinaus war es notwendig, Untersuchungen zur Optimierung bestehender Kontaktierungstechnologien und Bestückungsverfahren zur Integration von elektronischen Bauteilen auf textilen Leiterplatten durchzuführen. Neben den Standardverfahren, wie Löten oder Kleben mit elektrisch leitfähigen Klebstoffen, wurden neue Verfahren, wie das Ultraschall-Kunststoffschweißen und das NCA-Bonden zur Kontaktierung von Elektronikmodulen auf textilen Leiterplatten entwickelt und erfolgreich getestet. Damit konnten materialbedingte Probleme, wie der begrenzte Stabilitätsbereich von Textilien bzgl. Temperatur oder die schlechte Benetzbarkeit der meisten Fasermaterialien mit Lot überwunden werden.

Entwicklungsbegleitend wurden Standardtests aus Elektronik- und Textilnormen durchgeführt, um genauere Aussagen zur Langzeitstabilität und zu ggf. auftretenden Ausfallmechanismen treffen zu können.

Als Bewertungskriterien für die Vorhabenergebnisse wurden zahlreiche technische Zielparameter aus allgemeinen Produktanforderungen definiert und kontinuierlich geprüft.

Alle geplanten, technischen Zielparameter im Vorhaben wurden erreicht:

- Mechanische Eigenschaften des Basisvliessubstrats:
  - Flächengewicht: 50 – 300 g/m^2
  - max. Dehnung: 10 %
  - min. Reißfestigkeit: 20 N/cm
- Mechanische Eigenschaften des Schutzlaminats:
  - Flächengewicht: 40 – 100 g/m^2
  - max. Dehnung: 30 %
  - min. Reißfestigkeit: 5 N/cm
- Flexibles Substrat: keine Leiterbahnbrüche nach 10 Wäschen nach ISO 6330
- Elektrische Leitfähigkeit des Vlieses: Flächenwiderstand < 1 Ω/□
- Brand- und flammhemmendes Schutzlaminat: erfüllt DIN EN ISO 15025
- Kleinste Strukturgrößen und -abstände beim Laserschneiden < 2 mm
- Elektrischer Kontaktwiderstand (Löten, Kleben, US-Schweißen): < 100 mΩ
- Zuverlässigkeit des elektrischen Kontakts: mind. 1000 Zyklen nach Norm JESD22 A104 C und 1000 h Auslagerung nach JEDEC 22-A101-B ohne elektrischen Ausfall

Ergebnisse

Vlies/Elastomer Verbundwerkstoff

Im Vorhaben wurden verschiedene Vliesstoffe aus reinen Fasern und Fasergemischen hergestellt und auf ihre Funktionsfähigkeit getestet. Das Basismaterial für flexible Leiterplatten weist einen geringen Flächenwiderstand von < 1 Ω/□ und eine hohe Stabilität gegenüber Umwelteinflüssen (Temperatur, Feuchtigkeit, Komplexbildnern, Säuren, Laugen usw.) auf. Vliesstoffe mit silbernanopartikelbeschichteten Polymerfasern erfüllen im Wesentlichen diese Anforderungen.

Für die Herstellung flexibler Leiterplatten wurden zwei Vliesvarianten entwickelt:

- Nadelvlies, 90 % PA6.6 mit Ag-Coating / 10 % PET, Flächengewicht: 100 g/m²
- Wasserstrahlverfestigter Vliesstoff, 100 % PA6.6 mit Ag-Coating, Flächengewicht: 40 g/m²

Wobei der Nadelvliesstoff aufgrund der höheren Anzahl von versilberten Fasern in z-Richtung deutlich größere Faserkontaktflächen und damit eine höhere elektrische Leitfähigkeit besitzt.

Der elektrisch leitfähige Vliesstoff wurde auf einem Träger fixiert, um dünne, sauber abgegrenzte Leitungsstrukturen mit exakt definierten Abständen zu realisieren. Dafür kommt eine Klebstofffolie aus thermoplastischem Polyurethan (TPU) zum Einsatz. TPU-Folien finden bereits in Textilien Anwendung, zum Beispiel beim Verkleben von Nähten, als Membran bei der Schuhfertigung oder in Elektronikprodukten, z. B. als Basismaterial für dehnbare Schaltungsträger. Aufgrund der guten Klebeeigenschaften, der hervorragenden UV-Beständigkeit, der Waschbarkeit, der Beständigkeit gegenüber Luftfeuchtigkeit sowie der sehr guten Isolatoreigenschaften wurden geeignete TPU-Folien für den Verbundwerkstoff Vliesstoff/Elastomer recherchiert und getestet. Den Vorzug erhielt eine Folie mit einem hohen Schmelzbereich von 155 °C – 180 °C und brandhemmenden Additiven mit einer Folienstärke von 100 µm. Der laminierte Verbundwerkstoff wurde in Zugversuchen untersucht und erzielte dabei sehr gute Ergebnisse mit einer hohen Bruchdehnungsgrenze von 70 bis 75 Prozent bei maximaler Zugkraft von 11 N – 13 N bei durchgehender elektrischer Leiterfunktionalität, wobei sich der Leiterwiderstand aufgrund des Auseinandergleitens der Faserbindungen bis zum Bruch verfünffachte. Aufgrund der relativ schwachen Faserbindungen wird der Ausgangszustand nach dem Entfernen der Zugkraft nicht mehr erreicht. Außerdem besteht die Gefahr der Bildung von Hotspots durch zunehmend verringerte Faserkontakte. Aus diesem Grund verhält sich der entwickelte Vlies/Elastomer-Verbund sehr unzuverlässig in Anwendungen mit hohen dynamischen Biegebelastungen, wie sie z. B. in Sportbekleidung auftritt: Deshalb wird ein Einsatz in Fällen, wo eine hohe Dehnbarkeit gefordert wird, z. B. bei elastischer Unterwäsche, nicht empfohlen. *Abbildung 1* zeigt den elektrisch leitfähigen Vliesstoff im Ausgangszustand und *Abbildung 2* den Verbundwerkstoff mit Leitungsausfall nach Erreichen der Bruchdehnungsgrenze im Zugversuch.

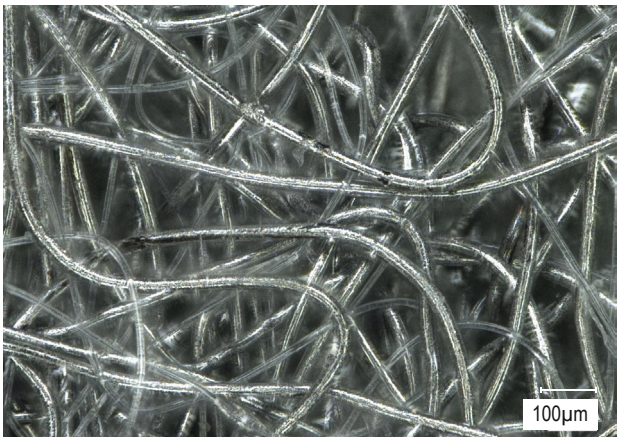


Abbildung 1: Vliesstoff aus versilberten Fasern mit intakten Leitungsbahnen. Quelle: Norafin

Abbildung 2: Vlies/Elastomer nach Zugversuch mit zerstörten Leitungsbahnen. Quelle: Fraunhofer IZM

Leiterplatten Technologie

Für die textile Leiterplattenfertigung wird ein starrer Prozessträger benötigt. Damit können nicht nur die zu lasernden Leiterbilder bis zur vollständigen Verklebung mit dem Substrat prozessiert werden, es vereinfacht auch die Positionierung und das Handling der biegeschlaffen Substratmaterialien während der einzelnen Prozessschritte enorm. Geeignetes Trägermaterial wurde nach folgenden Voraussetzungen recherchiert und ausgewählt:

- Planare Oberfläche, biegesteif und leichte Haftung für die zu laminierenden Materialien
- Überschüssiges Material soll nach dem Laserschneiden leicht abziehbar sein
- Keine gesundheitliche Gefährdung durch austretende Dämpfe im Laserprozess
- Temperaturstabil bis 200 °C, kostengünstig, keine Bruchgefahr
- Mindestens 25-mal wiederverwertbar

In *Abbildung 3* ist der Prozessablauf schematisch für die textile Leiterplattenfertigung dargestellt.

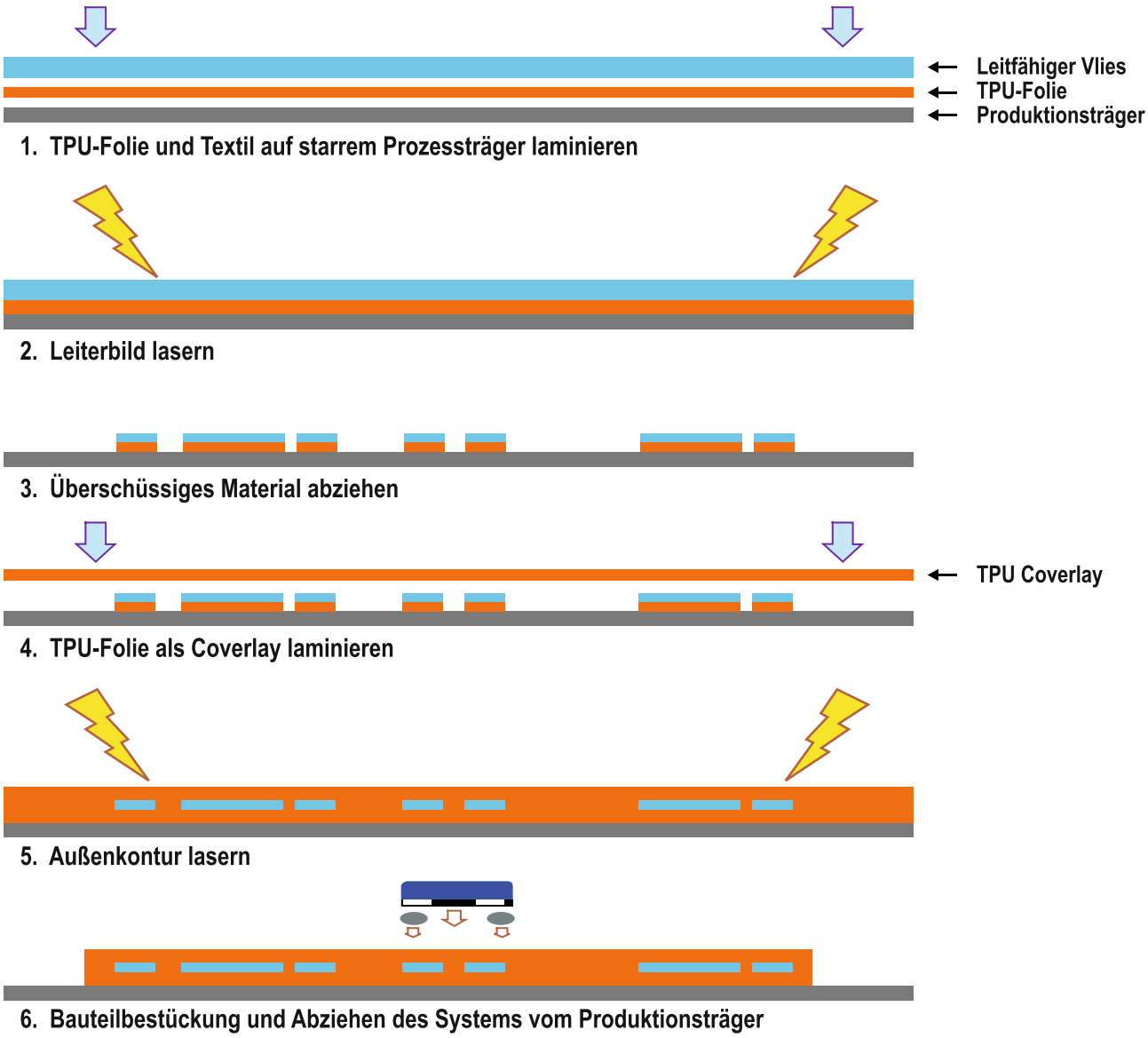


Abbildung 3: Prozessablauf der textilen Leiterplattenfertigung. Quelle: Fraunhofer IZM

Zum Einsatz kommen dabei nur Maschinen, die in der Textil- sowie Elektronikfertigung bereits etabliert sind: ein Laminiergerät mit mindestens einer beheizbaren Platte sowie ein CO2-Laser. Zum Laminieren werden kein Vakuum, sondern nur geringe Laminiertemperaturen bis max. 180 °C und geringe Laminierdrücke bis max. 5 bar benötigt. Dadurch können zahlreiche kostengünstige Pressen eingesetzt werden. Aufgrund der guten Absorptionseigenschaften von Kunststoffen im IR-Bereich werden CO2-Laser bevorzugt. In empirischen Untersuchungen der Laserparameter Leistung, Frequenz und Geschwindigkeit konnte für den Verbundwerkstoff aus silberbeschichteten Polyamidfasern und thermoplastischem Polyurethan geeignete Prozessparameter zur Strukturierung der Leiterbilder ermittelt werden. Als Beurteilungskriterium der gelaserten Strukturen diente die erzielbare, minimale Schnittspaltbreite bei kompletter Durchtrennung aller versilberten Fasern (Kurzschluss-Gefahr). Im Ergebnis lassen sich mit den optimalen Prozessparametern Strukturbreiten und -abstände (line/space pitch) von jeweils 500 µm erzielen. Ein erster Prozessnachweis wurde anhand einer textilen RFID-Antennenstruktur erbracht (vgl. *Abbildung 4*).

Abbildung 4: Laminierte und gelaserte hochflexible, textile RFID-Antennenstruktur. Quelle: Fraunhofer IZM

Schutzlaminat

Ziel in Bezug auf das textilbasierte Schutzlaminat mit Brandschutzfunktion war eine flammhemmende Wirkung, wie sie bei Basis-Leiterplattenmaterialien schon lange Standard ist. Konventionelle Basismaterialien für die Leiterplattenfertigung sind unter der Bezeichnung „FR“ bekannt, wobei das Kürzel für „Flame Retardant“ = flammhemmend steht. Im Bereich der e-textiles gibt es bisher keine Standards, Vorschriften oder verbreitete Lösungen zum Brandschutz, wobei die Gefährdung von leicht brennbaren, textilen Systemen durch den körpernahen Kontakt deutlich größer ist.

Im Vorhaben wurde der Ansatz des Flamm- und Brandschutzes für textile Leiterplatten mit einem „inneren“ und „äußeren“ Schutz umgesetzt. Neben dem „inneren“ Verbundwerkstoff mit brandhemmenden Additiven in der TPU-Folie wurden zusätzlich aramidbasierte Vliesstoffe für den „äußeren“ Schutz entwickelt. Das Schutzlaminat wird beidseitig auf die textile Leiterplatte laminiert und erzielt neben dem Brandschutz auch eine vorteilhafte textile Haptik. Durch zahlreiche Beflammungstests konnten der optimale Anteil von meta- und para-Aramiden sowie die benötige Porosität des Schutzlaminats ermittelt und somit ein gesamtheitlich sicheres Konzept für textile Leiterplatten umgesetzt werden.

Ultraschall-Kunststoffschweißen als Integrationstechnologie

Das Ultraschallschweißen (US) von Drahtbonds für Chipverbindungen oder Kunststoffen für Verpackungsprodukte ist in der industriellen Fertigung seit Jahren etabliert. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Verfahren ist die verwendete Schweißtechnik. Das Ultraschall-Metallschweißen wird für elektrische Verbindungen und das Ultraschall-Kunststoffschweißen zum Fügen von Kunststoffen eingesetzt. Der Hauptunterschied zwischen den

beiden Verfahren ist die Richtung der Ultraschalleinbringung. Sie ist bei der Kunststoffschweißung senkrecht zur Schweißnaht und bei der Metallschweißtechnik parallel zur Schweißkontaktfläche.

Im Vorhaben wurde erstmalig das Ultraschall-Kunststoffschweißen (Ultrasonic Plastic Welding) zur elektrischen Kontaktierung untersucht. Die Methodik basiert dabei auf der Flip-Chip-Montage durch das Kleben mit nicht-leitfähigen Klebstoffen. Im Verbundwerkstoff ist die thermoplastische Folie der Klebstoff, der lokal aufgeschmolzen wird, während parallel das elektronische Bauteil/Modul durch Druck dem textilen Kontaktpad angenähert wird. Eine schematische Darstellung des Kontaktierungsprinzips ist in *Abbildung 5* dargestellt.

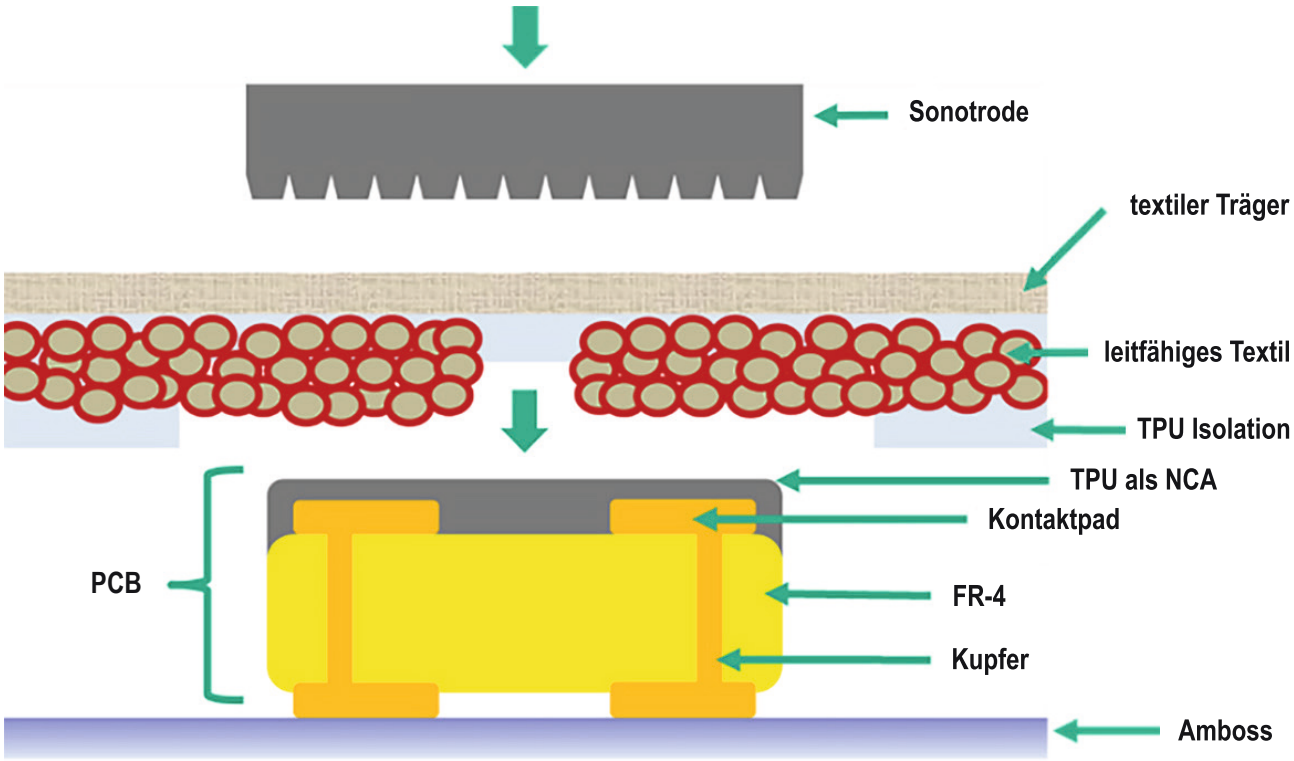


Abbildung 5: Prinzip des Ultraschall-Kunststoffschweißen zur Elektronikintegration. Quelle: Fraunhofer IZM

Im Vorhaben konnten die US-Prozessparameter, Design Rules für Kontaktpads und die Zuverlässigkeit der Kontaktwiderstände ermittelt werden. Somit steht erstmalig eine wirtschaftliche und zuverlässige Kontaktierungstechnologie für die Integration von Elektronik in Textilien zur Verfügung.

Der Machbarkeitsnachweis wurde mittels elektrisch kontaktierter LED-Chips auf textilen Leiterplatten erbracht (vgl. *Abbildung 6*).

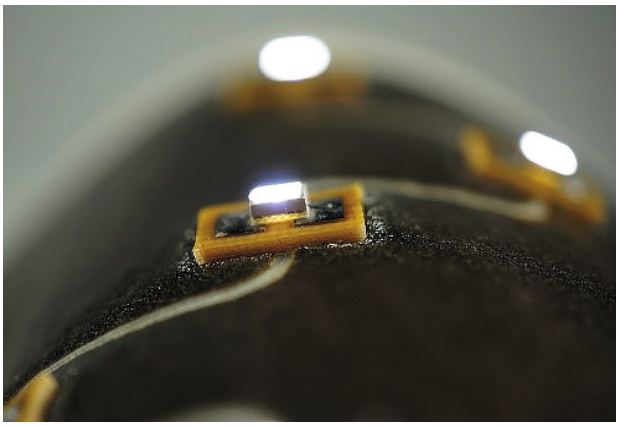


Abbildung 6: US-geschweißte LED. Quelle: Fraunhofer IZM

Textile Sensoranwendungen

Zusätzlich zur Entwicklung flexibler Leiterplatten wurden verschiedene vliesbasierte Sensoren entwickelt. Erste Untersuchungen und Entwicklungen erfolgten in den Bereichen Feuchtigkeits- und Druckdetektion. Mit den im Vorhaben entwickelten Drucksensoren, inklusive batteriebetriebener Messwerterfassung, -auswertung, -verarbeitung und -visualisierung ist es gelungen, Druckkräften, u. a. auf einem (Büro-)Stuhl, sektoral aufzunehmen, in elektrische Signale umzuwandeln, sie drahtlos zu übertragen und entsprechend zu visualisieren. Darüber hinaus sind verschiedene Möglichkeiten der Überwachung und Alarmierung denkbar. Insbesondere die Erfassung der Druckverteilung über mehrere Zonen bzw. Segmenten erlaubt qualifizierte Informationen weit über die klassische „Präsenzmeldung“ hinaus. *Abbildung 7* zeigt den dazu final im Vorhaben entwickelten, großflächigen Drucksensor, der nahtlos auf Schaumstoff laminiert ist.

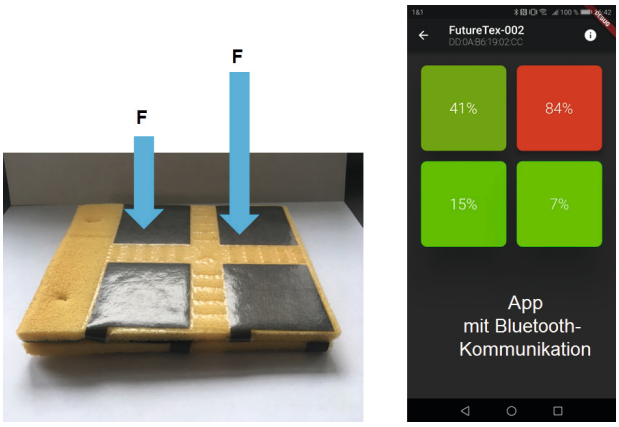


Abbildung 7: Textiler 4-Zonen-Kraft-/Flächendruck-Sensor mit integrierter Elektronik und Bluetooth LE. Quelle: ESYS

Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung

Die Vorhabenergebnisse führten zu neuen Produkten bzw. Herstellungstechnologien für funktionalisierte, Technische Textilien, deren Nachweis anhand eines gemeinschaftlich entwickelten Drucksensors erbracht wurde. Durch seine nahtlose Integration in den Vliesstoff ist dieser in der Lage, statische und dynamische Druckkräfte aufzunehmen, zu verarbeiten und die Daten zur Visualisierung der Messwerte drahtlos, z. B. per Bluetooth LE an eine App, weiterzuleiten. Im Ergebnis erfolgreicher Funktionstests der vliesstoffbasierten, flexiblen Leiterplatten stehen diese Neuentwicklungen für verschiedene Anwendungen bereit.

Im Rahmen der wirtschaftlichen Verwertung arbeiten die Verbundpartner an neuen Einsatzfeldern für elektronische Lösungen mit textilen Leiterplatten, die mit klassischen Basismaterialien nicht bedient werden können, wie z. B. Gesundheitsprodukte und Funktionsbekleidung (Schutz-, Sport-, Freizeit-, Gesundheitsbekleidung). Dabei werden die Hersteller ihr Produkt- und Leistungsspektrum erweitern, neue Marktsegmente erschließen und damit neue Zielgruppen erreichen.

Durch die im Vorhaben angestrebten, neuartigen Lösungen zur Herstellung textiler Leiterplatten wurden folgende Effekte erreicht:

- Neuer Markt für Vliesstoffe als Elektronikträger
- Kostensenkung bei der Herstellung von flexiblen Leiterplatten

Daraus resultieren:

- Verbesserte Wettbewerbssituation
- Sicherung bestehender bzw. Schaffung neuer Märkte
- Die Steigerung von Ertrag und Umsatz durch Senkung der Produkteinzelkosten
- Wirtschaftliche Vorteile gegenüber Konkurrenzlösungen durch Kostensenkung
- Nachhaltiges Wirtschaften durch geringeren Materialeinsatz – Schonung von Ressourcen

Durch die neu zu entwickelnde Technologie der Herstellung textiler Leiterplatten auf Vliesstoffbasis werden durch Kostenreduzierung bestehende Märkte gesichert und neue hinzugewonnen. Damit werden gleichzeitig Ertrag und Umsatz der Unternehmen, die diese neuartigen textilen Leiterplatten einsetzen, gesteigert und Anwendungen in weiteren Industriezweigen sehr wahrscheinlich.

Ausblick

Die Vorteile der genannten Ansätze im Vorhaben sind neben dem ökologischen Aspekt die zu erwartenden, geringen Investitions-, Betriebs- und Fertigungskosten für den Leiterplattenhersteller und Elektronikintegrierer sowie die geringen Material- und damit Produktkosten. Dadurch werden ein schneller Technologietransfer und eine Breitenanwendung möglich.

Unter Berücksichtigung der denkbar unterschiedlichsten Spezifikationen ist ein relativ weites Einsatzspektrum der zu entwickelnden textilen Leiterplatten zu erwarten, z. B. in Bekleidung, (Smart Textiles), für medizinische Sensoren, die direkt auf dem Körper getragen werden können, zur Integration in Verbundwerkstoffe oder zur Überwachung von armierten Beton u. v. a. m.

Vier Fragen an André Lang, Geschäftsführer der Norafin Industries (Germany) GmbH

Abbildung 8: André Lang, Geschäftsführer der Norafin Industries (Germany) GmbH. Quelle: Norafin

Das weltweit agierende Unternehmen Norafin ist fest im Erzgebirge verwurzelt und führt die hier entstandene Tradition der Textil- und Vliesstoffindustrie fort. Innovationen und Produkt-Neuentwicklungen von der Idee bis zur Markteinführung werden bei dem Hersteller hochwertiger Materialkonstruktionen, technischer Spezial-Vliesstoffe und Composites großgeschrieben. Norafin bedient technische und industrielle Märkte in den Bereichen Filtration, Funktionsbekleidung, Medizin, Automobil- sowie Bauindustrie. Hinzu kommen Spezialanwendungen, die ganz flexibel auf die Kundenwünsche abgestimmt werden.

➤ Welche Ziele verfolgen Sie mit Ihrer Arbeit im Projekt futureTEX?

Das Hauptziel unseres futureTEX-Vorhabens TexPCB ist die Entwicklung, Testung und Verifizierung neuartiger, flexibler Leiterplatten mit Textil-, vorzugsweise mit Vliesstoffsubstraten. Dazu müssen neuartige Vliesstoffe bzw. Gewebe aus metallbeschichteten Fasern entwickelt werden, die breite Anforderungen an Flexibilität, mechanische Beanspruchung sowie Haptik erfüllen und dabei gleichzeitig eine hohe elektrische Leitfähigkeit zwischen den elektrischen Bauelementen gewährleisten. Unter Berücksichtigung denkbar unterschiedlichster Spezifikationen ist ein relativ breites Einsatzspektrum für textile Leiterplatten zu erwarten, von z. B. der Schutzbekleidung (Smart Textiles) über medizinische Sensoren, die direkt auf dem Körper getragen werden, bis zur Integration in Verbundwerkstoffe für die Überwachung von armiertem Beton.

➤ In welchem Vorhaben arbeiten Sie aktiv mit? Was sind Ihre Aufgaben?

Unser Unternehmen, das Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM und das Hard- und Software-Unternehmen ESYS GmbH sind die drei Partner bei TexPCB. Der Name steht übrigens für Textile Printed Circuit Board. Wir arbeiten mit einem Team von fünf Mitarbeitern an der Entwicklung, Herstellung, Ausrüstung und Testung von Basisvliesstoffen zur Bestückung mit elektronischen Bauelementen.

➤ Welchen Mehrwert hat Ihr Unternehmen bisher aus der Arbeit in futureTEX ziehen können?

Das futureTEX-Konsortium ist eine interdisziplinäre Plattform zur Entwicklung ressourceneffizienter Herstellungsprozesse von zukunftsorientierten Technischen Textilien, ihrer Ausrüstung und ihrer Funktionalisierung. Diesem Ziel haben auch wir uns in Mildenau verschrieben, um den wichtigen Standort der Vliesstoffproduktion in einer strukturschwachen Wirtschaftsregion Deutschlands zu sichern bzw. auszubauen. Mit der Projektbearbeitung werden neue, innovative technische Vliesstoffe entwickelt, für unser Unternehmen neue Märkte erschlossen und damit neue Vollzeitarbeitsplätze geschaffen.

➤ Welche Erwartungen und Wünsche haben Sie an die Zusammenarbeit im Konsortium?

Im Rahmen der wirtschaftlichen Verwertung der FuE-Ergebnisse wollen wir mit ESYS neue Einsatzfelder für textile Leiterplatten erschließen, die mit klassischen Trägern nicht bedient werden können. Da sehen wir z. B. Medizinprodukte und Funktionsbekleidung. Damit können wir unser Produkt- und Leistungsspektrum erweitern, neue Marktsegmente erschließen und damit neue Zielgruppen erreichen.

März 2017

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 TexPCB:
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM)
Gustav-Meyer-Allee 35
13355 Berlin
Ansprechpartner: Christian Dils
Tel.: +49 30 46403-208
E-Mail: christian.dils@izm.fraunhofer.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

zwanzig20
PARTNERSCHAFT FÜR INNOVATION

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Deutschland
Land der Ideen
Ausgezeichneter Ort 2016

Nationaler Förderer
Deutsche Bank

futureTEX