

future**TEX**

Zukunft unternehmen!

TourAtlas

TheraTex

Nachwuchssicherung
Maschinen
Umwelt
Zukunftsprodukt
Innovations-
management
Ressourceneffizienz
Industrie 4.0
Wertschöpfungsketten
Arbeitsorganisation
Landwirtschaft
Wissensmanagement
Chemie
Bau
Medizin
Holz

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 2022 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 Partner, darunter 70 Prozent aus der Industrie. Das Projekt futureTEX ist Preisträger im Wettbewerb „Ausgezeichneter Ort“ im Land der Ideen 2016.

➤ Abschlussdokumentation Umsetzungsvorhaben TheraTex

Entwicklung einer Technologie-Plattform, um sensorische und aktorische Funktionen in einem Textil zu integrieren, dargestellt am Beispiel der Therapie von Hemiparesepatient*innen

Laufzeit: 1. Juni 2019 – 31. Dezember 2022

TheraTEX war eines von insgesamt 28 Umsetzungsvorhaben des Projekts futureTEX im Rahmen des Programms „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

Inhalt

Management Summary	5
Partner	6
Problemstellung und Motivation	9
Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele.....	10
Lösungsansatz	10
Ergebnisse	12
Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung	17
Ausblick	18

➤ Management Summary

In dem transdisziplinären Projekt TheraTex wurde ein E-Textile-System entwickelt, um sensorische und aktorische Funktionen in einem Textil zu integrieren und somit die Therapie bei Hemiparese (Halbseitenlähmung) zu unterstützen. Hierfür wurde nach dem nutzerzentrierten Designansatz vorgegangen und Patient*innen, deren Angehörige sowie Mediziner*innen und Therapeut*innen direkt in die Prozesse der Entwicklung und Gestaltung einbezogen. Dies erfolgte zum einen, um die Anforderungen an ein praktikables, ergonomisches und ästhetisches Textil zu erfüllen und zum anderen, um die Bedürfnisse und symptomatisch-bedingten Anforderungen der Patient*innen zu berücksichtigen.

Die Entwicklung eines gut handhabbaren Textils erfolgte unter der Leitung der weißensee kunsthochschule (KHB), Berlin, in Zusammenarbeit mit dem Textilunternehmen Strick Zella GmbH & Co. KG (Strick Zella), Anrode. Zur Detektion von Körperhaltungen und Bewegungen wurden die smarten Textilien mit einer innovativen Sensorik (Elastomer- und Inertialsensoren) ausgestattet und mit Studienteilnehmer*innen auf Funktionalität geprüft. Für die Integration der Sensorik und die Erfassung von Bewegungsdaten erarbeiteten die Technische Universität Berlin (TU Berlin), Berlin, und das Fraunhofer-Institut

für Silicاتفorschung ISC (Fraunhofer ISC), Würzburg, ein innovatives Konzept. Zudem wurden projektbegleitend durch den Vorhabenkoordinator Valitech GmbH & Co. KG (Valitech), Falkensee, aktorische Funktionen zur unterstützenden Stimulation degenerierter Muskeln entwickelt. Zur Detektion der Muskelanspannung am Patienten wurde von den Projektpartnern rehamed-tec Herrmann & Hecht GbR (rehamed-tec), Beucha, Strick Zella und dem Fraunhofer ISC eine Messmanschette entwickelt, die eine Textilintegration an beliebigen Stellen der Bekleidung möglich macht.

Die Bewegungen und Körperhaltung der Patient*innen werden durch eine Software analysiert, welche von den Projektpartnern ART+COM AG (ART+COM), Berlin, entwickelt wurde. Durch verschiedene Feedbackvarianten und interaktive Anwendungen, wie z. B. Hörspiele, werden die Patient*innen aktiviert, mobilisiert, motiviert und in ihren Bewegungen unterstützt (*Abbildung 1*). Auf diese Weise wurde ein neuartiger Therapieansatz auf der Grundlage smarter Textilien entwickelt, welcher es ermöglicht, die Therapie in der privaten Umgebung der Patient*innen außerhalb einer Klinik durchzuführen. Darüber hinaus werden Therapieverläufe und -erfolge für alle Nutzer*innen-Gruppen nachvollziehbar.



Abbildung 1: Ausführung therapeutischer Bewegungen in Form eines interaktiven Hörspiels, Foto: KHB

➤ Partner



Valitech GmbH & Co. KG
Leipziger Straße 71 | 14612 Falkensee
Ansprechpartnerin: Bettina Seifert-Schulz
T: +49 3322 27343 45 | bettina.seifert@valitech.de

Valitech GmbH & Co. KG, Falkensee (Valitech, Vorhabenkoordinator)

Das Kerngeschäftsfeld von Valitech umfasst vordergründig die Durchführung hygienischer Prüfdienstleistungen für Unternehmen der Gesundheitswirtschaft. Als akkreditiertes Prüflabor bietet das Unternehmen Validierungen für Aufbereitungsprozesse von Medizinprodukten, mikrobiologische Prüfungen sowie Untersuchungen zur biologischen Risikobewertung (Biokompatibilität) an. Ein weiteres Tätigkeitsfeld betrifft die Entwicklung und Fertigung von Elektroniksystemen, wie z. B. Datenlogger, und Systemen zur Elektromuskelstimulation. Durch die jahrelange Erfahrung auf dem Gebiet der Hard- und Softwareentwicklung sowie das Know-how zur Durchführung umfassender Qualitätsanalysen können die hohen Leistungs- und Sicherheitsanforderungen für den praktischen Einsatz des EMA-Systems, entsprechend den Projektanforderungen, garantiert werden.

weißensee kunst- hochschule berlin

weißensee kunsthochschule berlin
Bühningstraße 20 | 13086 Berlin
Ansprechpartnerin: Dr. Julia Danckwerth
T: +49 170 8320959 | danckwerth@kh-berlin.de

weißensee kunsthochschule berlin, Berlin (KHB)

Die KHB verfügt über langjährige und umfassende Erfahrung in den Bereichen der Designforschung sowie der Designentwicklung smarter Textilien sowie Textil- und Flächen-Design und User-Experience-Hardware-Design. Dies beinhaltet auch die Konzeption, Akquise und Koordination von Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Einen Schwerpunkt der Arbeit bildet die Entwicklung, Gestaltung und Umsetzung von nutzerzentrierten Designkonzepten und innovativen Produkten für den Bereich Digital Health. In diesem Rahmen ist die KHB in der Lage, prototypische Lösungen von dreidimensionalen Objekten, smarten Textilien und Interaktionskonzepten zu realisieren. In dem Forschungsprojekt TheraTex erarbeitete die KHB insbesondere die Konzeption und Realisierung der Positionierung und Integration von Sensoren und den daran gekoppelten Feedbackmechanismen sowie Lösungsansätze zur Einbringung von elektrischen Leitungen in textile Strukturen.

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung, Würzburg (Fraunhofer ISC)

Das Fraunhofer ISC beschäftigt sich mit der Material- und Prozessentwicklung für innovative Produkte. Für die Sensorik in e-textiles werden elastische Materialien auf Basis von Silikon entwickelt, die als stark dehnbare Druck- und Dehnungssensoren zur Haltungs-/Bewegungsmessung eingesetzt werden können. Elektrisch leitfähige Silikone werden als Elektroden für die Messung von Körpersignalen (EKG, EMG) eingesetzt. Für die Anwendung auf bzw. in Textilien werden Klebstoffe und Druckpasten entwickelt, welche es erlauben, die Funktionselemente aufzukleben bzw. zu drucken. Die Hautverträglichkeit der Materialien erlaubt Langzeitanwendungen am Menschen. Elektrische und mechanische Testmethoden unterstützen die Materialentwicklung und weisen die mechanische Zuverlässigkeit bei starken Belastungen nach. Anwendung finden die Materialentwicklungen z. B. in Handschuhen mit Druck- und Haltungsensoren, in Strümpfen mit Drucksensoren und in Shirts zur Messung der Atembewegung.

Technische Universität Berlin, Berlin (TU Berlin)

Die TU Berlin beschäftigt sich neben der Entwicklung flexibler Elektronik mit der Integration von Mikrosystemtechnik und Mikroelektronik in Textilien. Hierfür wurde in den letzten Jahren, innerhalb einer spezialisierten Gruppe, ein Technologieportfolio erarbeitet, das eine Vielzahl an Anwendungen und Anforderungsprofilen umfasst. So kann durch verschiedene Kontaktierungsverfahren (Krimpen, Löten, Kleben, Laminieren, Sticken, Bonden etc.) sowie Verkapselungsverfahren (3D Druck etc.) eine optimale Einbindung der Elektronik in das Textil ermöglicht werden. Eine weitreichende Erfahrung in der hardware- und softwaretechnischen Entwicklung von Sensormodulen trägt entscheidend zur konzeptionellen Ausarbeitung und Entwicklung eines Gesamtsystems bei, welches entsprechend den Anforderungen an das Projekt konkrete Daten zur Weiterverarbeitung und Visualisierung liefert.



Strick Zella GmbH & Co. KG
Aue 15 | 99976 Anrode
Ansprechpartner: Dr. Gottfried Betz
T: +49 36023 534945 | betz@strick-zella.de

Strick Zella GmbH & Co. KG, Anrode (Strick Zella)

Strick Zella ist ein Produzent von Strickwaren mit einer über 100-jährigen Tradition. Das Unternehmen hat dafür nahezu die komplette textile Kette im eigenen Haus – angefangen von der Programmierung und Erstellung eigener Muster-Kollektionen, über das Stricken und Konfektionieren bis hin zur Ausrüstung und dem Versand der Ware. Die Kernkompetenz liegt in der Herstellung gestrickter Oberkleidung hauptsächlich im modischen Bereich. Seit einiger Zeit wird die Kleidung mit smarten Funktionen versehen. Dazu entwickelt das Unternehmen in Kooperation mit namhaften Forschungsinstituten innovative Fasern und Garne. In zahlreichen Projekten ist es dabei gelungen, elektrische Leitungen, Sensoren und aktiv leuchtende Fasern in die Textilien zu integrieren. Als Partner in komplexen Vorhaben verfügt Strick Zella über viel Erfahrung im Management solcher Projekte.



ART+COM AG
Prinzessinnenstraße 1 | 10969 Berlin
Ansprechpartner: Dr. Joachim Quantz
T: +49 30 21001 453 | joachim.quantz@artcom.de

ART+COM AG, Berlin (ART+COM)

ART+COM gestaltet und entwickelt seit 1988 Installationen und Räume mit neuen Medien. Technologien werden dabei als künstlerisches Ausdrucksmittel und als Medien zur interaktiven Vermittlung komplexer Informationen genutzt – für Auftraggeber aus Wirtschaft, Kultur und Forschung. Die Themenbereiche Augmented/Mixed/Virtual Reality sowie intuitive User Interfaces und Interaktionsdesign wurden von ART+COM seit Gründung in unterschiedlichen Anwendungszusammenhängen in Kundenprojekten bearbeitet. ART+COM kann dabei auch auf eine Reihe von Ergebnissen aus aktuell laufenden oder bereits abgeschlossenen Forschungsprojekten zurückgreifen.



rehamed-tec Herrmann & Hecht GbR
Kleinsteinberger Straße 53 | 04824 Beucha
Ansprechpartnerin: Susanne Herrmann, Dieter Herrmann
T: +49 342 9268982 | s.herrmann@rehamed-tec.com

rehamed-tec Herrmann & Hecht GbR, Beucha (rehamed-tec)

Das Unternehmen rehamed-tec entwickelt, produziert und vertreibt intelligente, prozessorgesteuerte Elektrophysiotherapiegeräte. Durch die enge Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Einrichtungen ist rehamed-tec in der Lage, Innovationen zu nutzen und diese in Lösungen für Sonderanwendungen in Medizin, Sport und Industrie einfließen zu lassen. Des Weiteren führt das Unternehmen messtechnische Untersuchungen auf Videobasis zur Qualitätskontrolle durch. Unter Anwendung von hochwertigen Mess- und Analysegeräten können physiologische und biometrische Signale, wie beispielsweise die Muskelspannung, detektiert werden.

➤ Problemstellung und Motivation

Eine halbseitige oder unvollständige Lähmung, auch als Hemiparese bezeichnet, tritt aufgrund neurologischer Erkrankungen oder in Folge von Schädel-Hirn Verletzungen oder Schlaganfällen und den damit einhergehenden Schädigungen des Gehirns auf. Eine Hemiparese betrifft für gewöhnlich das Gesicht, den Arm und das Bein derselben Körperseite. Dabei kann das Ausmaß der Lähmung und die Verteilung sehr individuell sein. Besonders betroffen ist die Motorik, die durch die unterschiedlich ausgeprägte Lähmung und Kraftminderung der betroffenen Körperstellen eingeschränkt wird.

Zur Erhaltung und Verbesserung der motorischen Funktionen der gelähmten Körperhälfte sind die Betroffenen besonders im Alltag auf eine regelmäßige Therapie und auf Assistenzsysteme angewiesen. Die derzeitige Therapie von Hemiparesepatient*innen setzt in erster Linie auf klassische Physiotherapie und Orthesen. Die Behandlung der Arm- und Handmotorik, die nach Schlaganfällen oftmals stark beeinflusst ist, gestaltet sich in vielen Fällen schwierig, da die Patienten lediglich den gesunden Arm oder die gesunde Hand verwenden. Meist reicht dies zur alltäglichen Zweckerfüllung aus. Die Folge ist jedoch eine starke Degeneration des geschonten Muskels und eine Stagnation des Therapieerfolges.

Motivierende Therapieansätze, die den Einsatz beider Hände zwingend verlangen, zeigen demgegenüber einen wesentlich höheren Erfolg. Zudem finden sich in der neurologischen Rehabilitation von Hemiparese derzeit wenige Therapien, die mittels randomisierter und kontrollierter Studien untersucht worden sind und für welche eine eindeutige Empfehlung ausgesprochen werden kann.

Die meisten therapeutischen und rehabilitierenden Maßnahmen finden derzeit monozentrisch ausschließlich in Kliniken statt. Hausinterne und alltägliche Gegebenheiten, die maßgeblich zum Therapieerfolg beitragen, werden hingegen nur wenig beschrieben. Auch aufgrund der steigenden Anzahl an pflegebedürftigen Menschen und dem damit einhergehenden Mehrbedarf an Pflegepersonal und Hilfsmitteln ergeben sich immer größere Herausforderungen an eine individuelle Therapie, vor allem im ruralen Raum, sodass ein Großteil der Therapiemaßnahmen hauptsächlich in Kliniken und Spezialeinrichtungen vorgenommen werden kann. Bis dato gibt es keine Möglichkeiten, die Therapie über ein nutzerfreundliches Interface unter der Verwendung von motivierenden Therapieeinheiten in Form von spielerischen Anwendungen zu gestalten und dezentral anzuwenden.

Diese Problematik greift das anwendungsorientierte und transdisziplinäre Forschungsvorhaben TheraTex auf. Durch die Entwicklung von smarten Textilien soll, durch Integration innovativer Sensoren und der Möglichkeit den Betroffenen ein individuelles und situationsabhängiges Feedback zu geben, ein neuartiger und dezentraler Therapieansatz für Hemiparesepatient*innen geschaffen werden. Auch die funktionelle Elektrostimulation stellt einen wichtigen Standpfeiler vor allem in der physikalischen Therapie von Muskelschwäche bei Patient*innen mit fortgeschrittenen Erkrankungen, peripheren Nervenschäden und Schmerzen dar. Da hier eine Verbesserung der motorischen Defizite durch angepasste Reizmuster mehrfach dargestellt wurde, sollte des Weiteren eine Elektrotherapie mit modulierter Mittelfrequenz projektbegleitend untersucht werden.

➤ Beitrag zur Realisierung der futureTEX-Ziele

Das Vorhaben TheraTex möchte einen entscheidenden Beitrag zur Stärkung und zum Ausbau bereits existierender Kompetenzen, der Förderung von Neuentwicklungen und den Aufbau von interdisziplinären, textilen Wertschöpfungsnetzwerken liefern.

Am Beispiel eines smarten Textils mit echtzeitfähigen Analyse- und Feedbacksystemen werden neuartige Materialien zur Funktionalisierung von Textilien realisiert, Design- und Interaktionskonzepte zu effektiven Therapieansätzen mit hoher Nutzerakzeptanz untersucht sowie innovative Technologieentwicklungen durchgeführt, die zahlreiche visionäre Anwendungsfelder (Use Cases) erst ermöglichen. Darüber hinaus ebnet das Vorhaben insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen den Weg zum Ausbau neuer, profitabler Geschäftsfelder in den Bereichen Hightech und Medizintechnologie.

Durch die hohe Interdisziplinarität innerhalb des TheraTex-Forschungskonsortiums bildet sich ein Kompetenzpool aus Materialtechnologie, Verarbeitungstechnik, Medizintechnik sowie Therapie und Design, welcher als Basis für eine ganze Produktfamilie fungiert, die von Medizin,

Sport- und Trainingsanwendungen, virtuellen Anwendungen (Serious Games, Augmented Reality) bis hin zum Maschinenbau reicht. Die Projektergebnisse können in zukünftigen Projekten für die Bereiche der innovativen, patienten-individualisierten Medizin- und Sporttechnik Anwendung finden.

Des Weiteren wird es im Zuge der Industrie 4.0 immer relevanter, Mensch und Maschine derart miteinander zu verknüpfen, dass beispielsweise Arbeitssicherheit über ein smartes Textil unter Ausgabe eines Feedbacks eingehalten werden kann oder Haltung und Bewegung mit Sensoren gemessen und evaluiert werden können.

Die entstehenden Produkte tragen sowohl dem Megatrend „Digitalisierung“ als auch dem demographischen Wandel Rechnung, indem sie gemessene Körpersignale über nutzerorientierte Programme visualisieren und zugänglich machen und dabei die Pflege und Therapie von körperlich eingeschränkten Patienten maßgeblich unterstützen. Aus diesem Kompetenzpool und etabliertem Expertennetzwerk können Spin-off Gründungen entstehen, in denen einzelne Produkte bis zur Marktreife gebracht werden.

➤ Lösungsansatz

Die Herausforderungen für das Forschungskonsortium lagen innerhalb des Vorhabens TheraTex und der damit verbundenen Entwicklung und Gestaltung eines E-Textile Systems in verschiedenen Bereichen. Eine übergeordnete Zielsetzung war unter anderem, dem Krankheitsbild der Halbseitenlähmung und deren individuellen Ausprägungen gerecht zu werden. Damit einher ging der Anspruch, eine hohe Akzeptanz bei den verschiedenen Nutzergruppen aus Patient*innen, Therapeut*innen und Mediziner*innen zu erzielen. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, ein individualisierbares E-Textile System zu entwickeln. Hierbei standen die technischen Anforderungen zumeist im Gegensatz zu Bedürfnissen der Nutzer*innen. Die

Herausforderung für die KHB bestand darin, eine praktikable, funktionale und innovative Lösung zu entwickeln, welche die verschiedenen Aspekte berücksichtigt. Um die Therapie der Patient*innen optimal unterstützen zu können und einen dezentralen Einsatz in der privaten Umgebung der Patient*innen, außerhalb eines Krankenhauses oder einer Reha-Einrichtung, zu ermöglichen, ist es erforderlich die Bewegungen und das Gangbild der Patient*innen mittels körpernaher Sensorik zu detektieren. Hierfür muss die Positionierung der Sensorik am menschlichen Körper exakt definiert und ein möglichst zuverlässiger Sitz des textilen Trägermaterials gewährleistet werden. Demgegenüber präferiert der Großteil der

Patient*innen Kleidungsstücke mit einer weiten Passform, welche eine einfache Handhabung und das selbstständige An- und Ausziehen ermöglichen sowie die Bewegungsfreiheit nicht einschränken. Die derzeit am Markt verfügbaren Motion-Capture-Suits sind für Menschen mit Mobilitätseinschränkungen nicht selbstständig nutzbar, da ihnen das An- und Ausziehen der zumeist hautengen Kleidungsstücke nicht möglich ist. Die Hürde bestand daher darin, alltagstaugliche smarte Kleidungsstücke zu entwickeln, welche über eine adäquate Handhabung verfügen und zugleich das Tracking der Bewegungen von Patient*innen durch körpernahe Sensorik ermöglichen. Um die verschiedenen Herausforderungen zu bewältigen, wurde innerhalb des transdisziplinären Forschungsvorhabens nach dem nutzerzentrierten Designansatz vorgegangen und quantitative, qualitative und designforschende Methoden miteinander kombiniert. Mithilfe eines dual angelegten Forschungs- und Entwicklungsprozesses wurden die technischen Anforderungen und Möglichkeiten mit den nutzerbezogenen Bedürfnissen in Einklang gebracht.

Die Aufgabe von Strick Zella bestand in der stricktechnischen Umsetzung der Schnitte, wie sie von der KHB nach Erprobung mit den Patient*innen erstellt wurden. Gegenläufige Anforderungen an das Textil konnten durch eine Aufteilung der Bekleidung in Segmente, wie z. B. Bereiche aus Rippgestriken oder Ajour-Bereiche für eine gute Lüftung, annähernd erfüllt werden. Bezüglich der textilen Verkabelung bestand die Herausforderung in der Realisierung von elektrischen Leitungen mit einer hohen elektrischen Leitfähigkeit, die zugleich elastisch sind und eine große Designfreiheit ermöglichen. Außerdem mussten die Leitungen gegenüber dem Körper und der Umgebung elektrisch isoliert sein und sich mit dem bewährten Thermobonding-Verfahren der TU Berlin kontaktieren lassen. Um zügig zu testfähigen Prototypen zu gelangen, wurde zunächst mit gewebten Bändern gearbeitet, in die Kupferdrähte eingelassen wurden. Die starren Bänder wurden auf das Textil aufgenäht. Eine gewisse Elastizität wurde durch eine mäanderförmige Anordnung ermöglicht. Für eine spätere Serienfertigung zeigte sich diese Lösung aber als wenig praktikabel, weswegen Strick Zella nach Lösungen suchte, bei denen die elektrischen Leitungen entweder eingestrickt oder aufgedruckt werden konnten. Daher wurden zahlreiche elektrisch leitfähige Garne und Drähte getestet, die teilweise maschenbildend, teilweise im Schuss eingestrickt wurden. Zudem wurde auch die neueste Generation von zugleich hoch leitfähigen und elastischen Druckpasten untersucht.

Für die Erfassung der Rückenbewegung und statischen Haltung wurden Sensoren gesucht, die ortsfest am Körper getragen werden können und die Bewegungen von Rücken und Schultern zuverlässig detektieren. Elastische Dehnungssensoren auf Basis von dielektrischen Elastomersensoren (DES) wurden in Versuchen an eng anliegender Bekleidung von Probanden an unterschiedlichen Positionen des Rückens fixiert, um die optimale Position und Anzahl zu evaluieren. Die elektrische Kontaktierung an den Signalleitungen ist hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt, weshalb verstärkende Verklebungen vom Fraunhofer ISC getestet und auch eine direkte Kontaktierung mit den Inertialsensor-Modulen (SmartIMUS) der TU Berlin untersucht wurde. Eine Kontaktierung über einen mechanischen Klemmstecker wurde ebenfalls getestet.

Zur Erfassung von Ganzkörperbewegungsdaten wurde von der TU Berlin ein System bestehend aus mehreren miniaturisierten SmartIMUs entwickelt, die in das Textil integriert worden sind. Hierfür wurde die an der TU Berlin bzw. am Fraunhofer IZM entwickelte E-Textile Bonding Technologie verwendet. Über einen Kommunikationsbus werden die einzelnen SmartIMUs mit Hilfe eines Hauptmoduls angesteuert und die entsprechenden Daten über Bluetooth an ein Endgerät (Computer) gesendet. Eine sogenannte „SensorFusion“ bereitet die Orientierungsdaten parallel an jedem SmartIMU-Knoten auf, so dass hier die Latenzzeit deutlich verringert werden kann. Die resultierenden Quaternions können schließlich am Endgerät gesammelt und analysiert werden. So wurden diese z. B. verwendet, um ein dreidimensionales Abbild in Form eines Skeletts zu erzeugen. Anhand dieser Visualisierung konnte eine vom Patienten durchgeführte Bewegung direkt verifiziert werden. Für die Erfassung der Gewichtsbelastung und des Gangverhaltens eignen sich Schuheinlagen mit Drucksensoren. Durch die Zusammenarbeit des Fraunhofer ISC und der KHB mit einem orthopädischen Schuhmacher konnten die Positionen und Größe der insgesamt drei Drucksensoren innerhalb der Schuheinlage aus weichem Schaumstoff festgelegt werden.

Von den Vorhabenpartnern rehamed-tec, Strick Zella und dem Fraunhofer ISC wurde zur Detektion der Muskelanspannung am Patienten eine Messmanschette entwickelt, die eine Textilintegration an beliebigen Stellen der Bekleidung ermöglicht. Dazu wurden Voruntersuchungen an Probanden zur Reduzierung des Verrutschens beim Tragen und Möglichkeiten zum sehr vereinfachten An- und Ablegen der Manschette durchgeführt.

ART+COM verantwortet im Projekt neben der Sensor- datenauswertung und -implementierung in das Gesamt- system schwerpunktmäßig die Konzeption einer gelun- genen User Experience mithilfe intuitiver User Interfaces für das E-Textil. Hierbei wurden zunächst Spikes erstellt, um die grundsätzliche Umsetzung der technologischen Möglichkeiten zu evaluieren. Anschließend wurden meh- rere Prototypen erstellt, die sich sowohl auf einzelne tech- nische als auch auf inhaltliche Aspekte fokussierten. In Co-creation Workshops, die gemeinsam mit potenziellen Nutzer*innen der Anwendungen durchgeführt wurden, wurden Ergebnisse erarbeitet und die Lösungen gemein- sam mit den Endnutzern getestet.

Teilprojekt des Verbundkoordinators Valitech war es, ein portables und akkubetriebenes Elektroniksystems auf Basis innovativer modulierter Mittelfrequenzen (EMA) zur

unterstützenden Stimulation degenerativer Muskulatur zu entwickeln. Die besondere Herausforderung bestand in der konsequenten Einhaltung der technischen Ziele für die Entwicklung der Hard- und Software, die gemäß der Norm ohne Abweichungen technisch umzusetzen sind. Zur Realisierung der Ziele wurde zunächst eine Anforderungsanalyse für den Prozess und den zu entwickelnden Prototypen, unter Berücksichtigung der normrelevanten Parameter nach DIN EN 60601-2-10, zur Therapie von de- nervierten Muskeln erstellt. Anschließend wurden in der Konzeptphase die technischen Möglichkeiten erarbeitet, um die definierten Anforderungen zu realisieren. Nach er- folgreicher technischer Umsetzung wurden verschiedene Prüfverfahren inklusive einer Risikobewertung durchge- führt, in denen die vordefinierten Funktionen unter Dauer- belastung des Systems getestet wurden.

➤ Ergebnisse

Die verschiedenen Herausforderungen innerhalb des Pro- jekts erforderten die Entwicklung und Gestaltung eines modularen und individualisierbaren E-Textile Systems, welches die unterschiedlichen Partien des Körpers abde- cken und deren Bewegungen detektieren kann. Auf diese

Weise sollen die Patient*innen und Mediziner*innen die Möglichkeit erhalten, die benötigten Module je nach Be- darf und Schwere der Läsion individuell auswählen zu kön- nen. Hierfür wurden von der KHB innovative Bekleidungs- konzepte (*Abbildung 2*) mit einer speziellen Zonierung

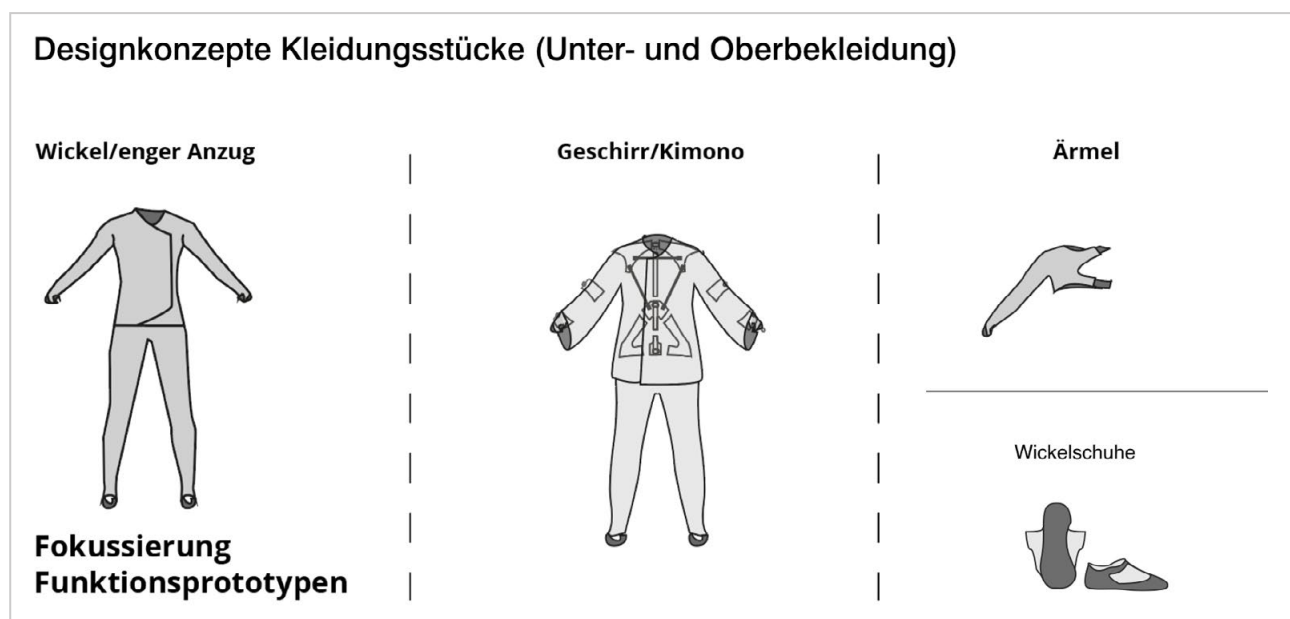


Abbildung 2: Innovative Bekleidungskonzepte zur Realisierung eines individualisierbaren E-Textile Systems, Quelle: KHB

von elastischen und starren Bereichen im Textil sowie in Kollaboration mit Strick Zella eine spezielle Garnkombination, um die Anforderungen an Tragekomfort und einem festen Sitz des Textils zu erfüllen, erarbeitet.

Die entwickelte Garnkombination besteht zonenweise aus dem von Strick Zella entwickelten SMOOLS Tencel Garn – ein Phase-Change-Material-Garn aus Lyocell-Fasern – wobei 30 Prozent der Lyocell-Fasern 9 Prozent Paraffin enthalten, das die natürliche Thermoregulation unterstützt und somit den Kreislauf entlastet. Für die Bereiche, die als körpernah sitzendes Kompressionstextil ausgeführt werden, wurde ein Garn entwickelt, das zu 14 Prozent aus SMOOLS Tencel Garn und zu 86 Prozent aus einem elastischen Umwindegarn besteht, das für den festen Sitz sorgt. Das Umwindegarn enthält im Kern Elasthan (66 dtex), das mit Polyamid (PA) 6.6 (44 dtex) umwunden ist. Das Elasthan sorgt für die notwendige Elastizität, Polyamid stabilisiert das Garn und sorgt für die Optik (Farbe, Glanz etc.).

Durch eine eng verzahnte Arbeitsweise mit kurzen Intervallen aus Konzeption, Entwicklung, Testung und Optimie-

rung der einzelnen Iterationen wurde möglichst agil und effizient zusammen gearbeitet. Auf diese Weise wurde ein E-Textile System entwickelt, welches ein vollumfängliches Tracken der Bewegungen und des Gangbildes durch textilintegrierte Sensorik ohne kamerabasierte Trackingverfahren ermöglicht. Dieses System ist modular aufgebaut und die Komponenten können je nach Bedarf für die einzelnen Patient*innen ausgewählt werden. Dabei können der präferierte Einsatzbereich und die bevorzugten Feedbackvarianten selbst definiert und beispielsweise die Anwendung im Alltag und/oder innerhalb von in sich abgeschlossenen Übungssessions ausgewählt werden. Das smarte System umfasst verschiedene Kleidungsstücke zur Detektion der Bewegungen der oberen Extremitäten und des Rumpfes: wie einem modularen Armgurt, einer körpernahen gestrickten Jacke und einem gewebten weiten Kimono mit integrierbarer Elektronik (*Abbildung 3*).

Die Elektronikkomponenten werden zumeist auf den textilen Strukturen appliziert und begünstigen so die Waschbarkeit und das Recycling. Zusätzlich entwickelte die KHB einen Anzieh-Roboter, welcher das selbstständige Anziehen der Kleidungsstücke erleichtern soll.

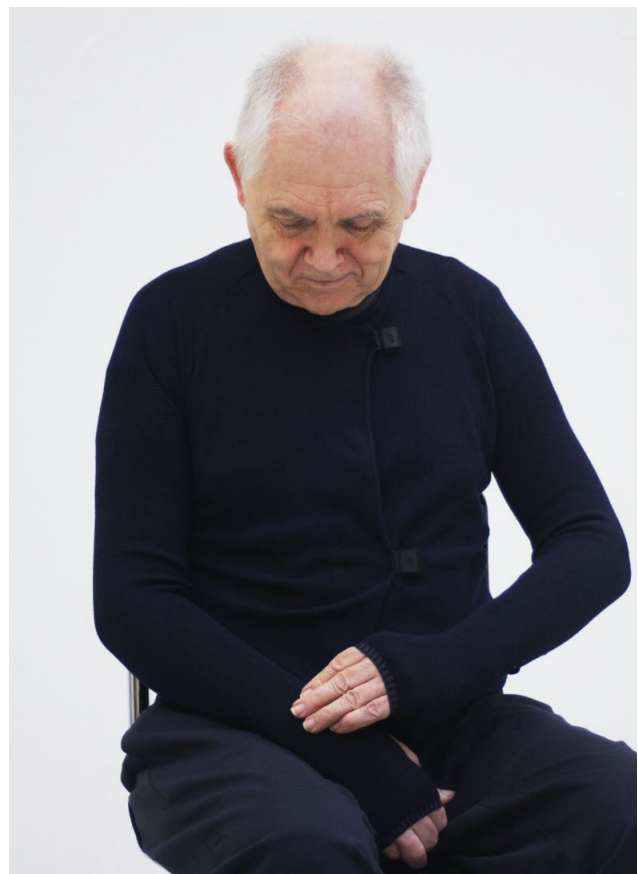


Abbildung 3: innovative Bekleidungskonzepte zur Realisierung eines individualisierbaren E-Textile Systems, Quelle: KHB

Innerhalb des textiltechnischen Kompetenzteams, bestehend aus der KHB, Strick Zella, dem Fraunhofer ISC und der TU Berlin, wurde die Integration der Sensorik realisiert und verschiedene Konzepte zur Überbrückung der Distanzen zwischen den einzelnen Sensorknoten mithilfe von textilen Leitungen entwickelt. Hierbei wurde angestrebt die Sensoranzahl zu reduzieren und möglichst ressourcensparend zu konzipieren. Im Detail wurden 18 elektrisch leitfähige Garne und Drähte auf ihren Einsatz in einem textilen Datenbus hin erprobt.



Abbildung 4: Busstruktur mit gebondeter Leiterplatte, Quelle: Strick Zella

Ein Umwindegarn aus Polyester in Kombination mit einem Kupferdraht erfüllte am besten die Anforderung an eine hohe elektrische Leitfähigkeit und Elastizität. Allerdings gelang es bislang noch nicht, die elektrische Isolation durch die textilen Prozessschritte zu erhalten. Das aussichtsreichste Verfahren besteht in der Anwendung von Kupferdraht, welcher mit einem speziellen stricktechnischen Verfahren maschenbildend in das Textil eingestrickt wird. Hierbei entsteht ein glattes Textil mit hoher Leitfähigkeit und Elastizität, das mit dem Thermobonding-Verfahren der TU Berlin kontaktiert werden kann. *Abbildung 4* zeigt eine Busstruktur mit gebondeter Leiterplatte. Mit den SmartIMU-Modulen, die die Kreuzungspunkte von elektrischen Leitungen überbrücken können, sind die Grundlagen für eine fertigungstechnisch robuste und designtechnisch elegante Realisierung von smarten E-Textilien gelegt worden.

In mehreren Iterationen wurden die benötigten SmartIMU-Module von der TU Berlin für die Kontaktierung angepasst und optimiert.

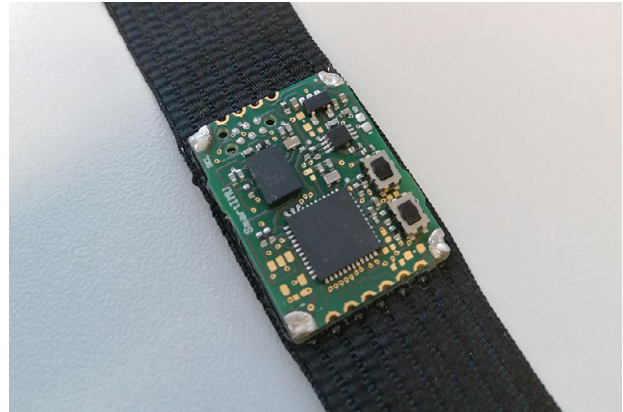


Abbildung 5: Auf Textil gebondetes SmartIMU-Modul, Quelle: TU Berlin

Abbildung 5 zeigt ein fertiges Modul, das mit Hilfe des E-Textiles Bonders auf ein Band gebondet worden ist, in das vier leitfähige Garne eingearbeitet sind. Der fertige Kabelbaum, bestehend aus mehreren auf einen Band gebondeten Modulen sowie einem Hauptmodul, wurde dann in die Jacke integriert.



Abbildung 6: Ärmелеlement mit integrierter verkapselter Elektronik (SmartIMUs), Quelle: TU Berlin

Abbildung 6 zeigt zwei verkapselte (3D-Gehäuse entwickelt von der KHB) Module. Die dreidimensionale Visualisierung der Bewegungsdaten und die Berechnung eines Skeletts in Echtzeit ist in *Abbildung 7* dargestellt.

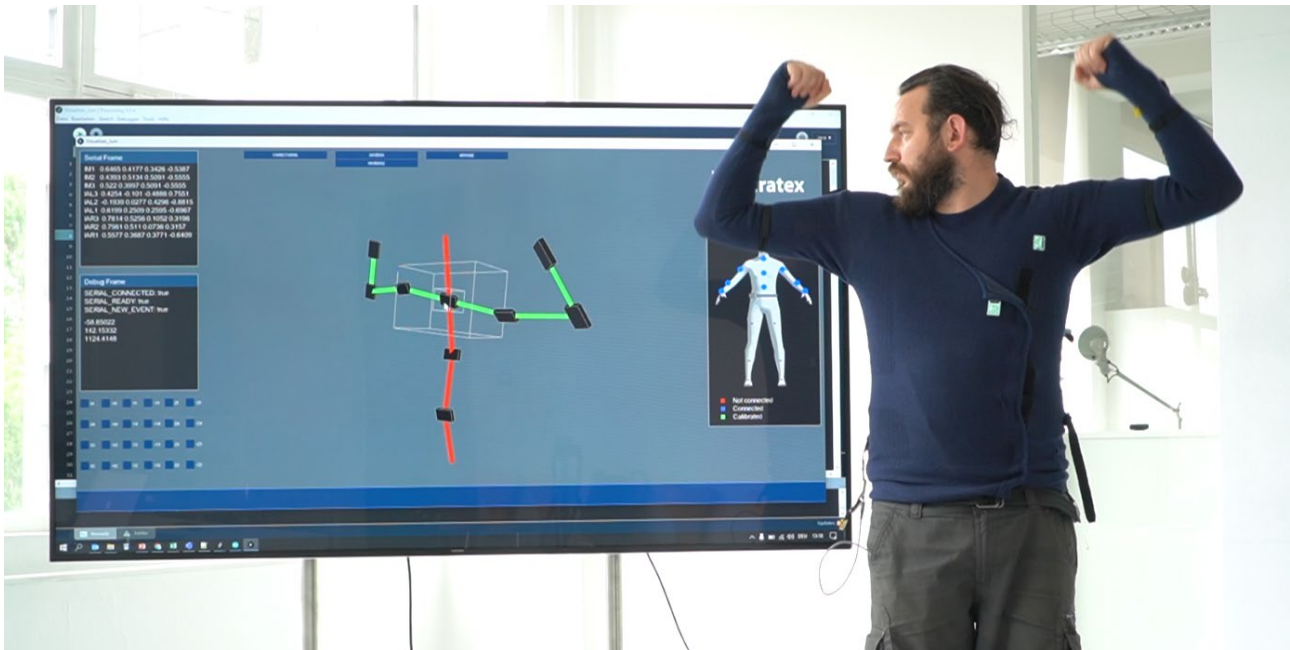


Abbildung 7: Visualisierung von Bewegungsdaten, Quelle: TU Berlin

Zur Detektion von Rückenbewegungen und statischen Haltungen wurden vom Fraunhofer ISC sehr leichte dehnbare Elastomersensoren in der Größe von ca. 100 x 15 mm² hergestellt und mit einem sehr elastischen Silicon-Klebstoff auf leicht dehnbare Shirts geklebt. Mit Hilfe von Dehnungsversuchen wurde die Verklebung und Siliconzusammensetzung so optimiert, dass der versteifende Effekt am Textil an der Sensorposition möglichst gering war, um die Dehnung auf die Sensoren bestmöglich zu übertragen.

Die Anordnung in Form eines auf dem Kopf stehenden Dreiecks am Rücken des Trägers ermöglichte die Erfassung von Beuge- und Drehbewegungen des Rumpfes und der Schulter. Die Integration und Kontaktierung der DES-Dehnungssensoren zu den Signalleitungen in das Gesamtsystem stellte die größte Herausforderung dar. Aufgrund der Zugkräfte können die elektrischen Verklebungen abreißen. In Zusammenarbeit mit der TU Berlin und Strick Zella wurden unterschiedliche Signalleitungen getestet und die Kontaktierung der DES über eine thermoplastische elastische Leiterbahn umgesetzt. Eine direkte Verbindung der DES-Dehnungssensoren mit den SmartIMUs der TU Berlin konnte wegen der Materialunverträglichkeit zwischen Silikon und TPU (thermoplastisches Polyurethan) beim Bonding-Prozess nicht realisiert werden. In Kooperation mit dem Verbindungselementhersteller H&B electronic wurde stattdessen eine rein mechanische Kontaktierung und Zugentlastung über ein Gehäuse umgesetzt und im mechanischen Dauerver-

such geprüft. Ein weiterer Bestandteil des Systems sind speziell von der KHB konzipierte Wickelschuhe mit einer integrierten Druckmesssohle (Abbildung 8).



Abbildung 8: Schuhsohle mit integrierten Drucksensoren, Quelle: Fraunhofer ISC

Mit Hilfe von DES-Drucksensoren in der Sohle kann die Druckverteilung beim Gehen und Stehen an Probanden gemessen werden. Insgesamt drei Drucksensoren im Ballen- und Fersenbereich wurden in weiche Schuheinlagen eingebettet und die Signalkabel durch eine textile Verstärkung am Knöchelbereich herausgeführt. Der Anschluss an die SmartIMU-Auswerteelektronik erfolgt über Stecker. Als Bindeglied zwischen den smarten Schuhen und der Oberbekleidung dient eine Hose mit integrierten textilen Leitungen, welche die Verbindung zur Auswert-

elektronik ermöglicht. Die Bewegungsdaten werden dort gesammelt und kabellos an ein Endgerät übermittelt. Zur Erfassung der Muskelaktivität (EMG) wurde aus den von Strick Zella entwickelten SMOOLS Kompressionstextilien eine EMG-Manschette entwickelt. Die EMG-Signale werden unter Anwendung von sechs Elektroden, bestehend aus leitfähigem und hautverträglichem Silicon, die auf das Stricktextil aufgeklebt wurden, erfasst und zu Druckknöpfen weitergeleitet. Zur Datenauswertung wird die externe Auswerteelektronik direkt an die Druckknöpfe angeschlossen. Vergleichsmessungen an Probanden, durchgeführt durch rehamed-tec, ergaben eine identische Signalqualität im Vergleich zu herkömmlichen Klebelektroden.

In Kooperation der Partner ART+COM und der KHB wurden parallel verschiedene auditive und vibrotaktile Feedbackmechanismen und Interaktionen entwickelt und durch direkt in das Textil integrierte Interaktionsmöglichkeiten ergänzt. Durch den permanenten Austausch mit der Rehaklinik Berlin Humboldt-mühle wurde nutzerzentriert mit Patient*innen, Therapeut*innen und Mediziner*innen zusammengearbeitet, Konzepte entwickelt, prototypisch realisiert und unter Realbedingungen mit Patient*innen getestet. Eine packende **Audiostory**, die auf die Bewegungen des Patienten reagiert, motiviert diesen zu einem effektiveren Training und verhilft dem Patienten an den Übungen dranzubleiben. Sobald er bestimmte Bewegungen ausführt, werden diese durch IMU-Sensoren im Wearable erkannt und lösen weitere Teile der Geschichte aus (Abbildung 9).



Abbildung 9: Patiententests zum Funktionalitätsnachweis der entwickelten Audiostory, Quelle: ART+COM

Zudem wurde eine **Nutzeroberfläche (UI) für mobile Endgeräte** entwickelt, die mit KI-Methoden dynamische Geschichten für den Patienten generiert. Dadurch kann Langeweile durch Wiederholung vermieden und der Trainingseffekt verbessert werden. Innerhalb des Vorhabens wurde auch das Konzept für ein **Interface für den Therapeuten** entwickelt, mit dem sich dieser nach einer Trainingssession mit den Patient*innen zu den erreichten Ergebnissen austauschen kann. Das Interface funktioniert sowohl in Echtzeit, kann aber auch Übungen aufzeichnen, um sie später gemeinsam mit dem Patienten zu analysieren (Abbildung 10).



Abbildung 10: Interface entwickelt für Therapeut*innen, oben: Darstellung von Trainingssessions in Echtzeit, unten: Überblick über die wichtigsten Trainingsdaten zur Auswertung, Quelle: ART+COM

Das Dashboard ermöglicht die Sichtbarkeit der wichtigsten Daten für den Therapeut*innen. So können der Trainingserfolg, Notizen aus vorherigen Beobachtungen, die Therapedichte oder schematische Informationen zu der Erkrankung auf einen Blick erfasst werden. Anhand von vorformulierten Modulen kann ein ganzer Trainingsplan erstellt werden, der sowohl anhand von bestimmten

Übungen als auch anhand von ganzen Modulen für einen Patient*in erstellt werden kann. Der Therapeut*in kann einzelne Übungen je nach Bedarf für den Patient*in zu Modulen zusammenstellen und daraus ganze Übungssessions gestalten (Abbildung 10).

Von dem Vorhabenkoordinator Valitech wurde projektbegleitend ein EMA-Elektroniksystem (Abbildung 11) auf Basis modularer Mittelfrequenzen zur sanften Stimulation denervierter Muskulatur entwickelt. Das entwickelte System besteht aus einer Steuereinheit, welche durch Li-Ion Akkus betrieben wird und dadurch eine modulare Anwendung realisiert, und einer Software, die es mit einer eigens dafür entwickelten App ermöglicht Patient*innen individuell und situationsabhängig mit der optimalen Reizform zu stimulieren. Zur Übertragung des Reizmusters bzw. der Impulse werden Elektrodenmanschetten aus silberbeschichtetem Neopren verwendet, die individuell auf den Patient*innen zugeschnitten werden.

Vor dem Hintergrund der elektrotechnischen Sicherheit und in Vorbereitung auf die Patiententests wurde das System einer ausführlichen Risikobewertung unterzogen. Neben Messungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV), Temperaturtests und Prüfungen in Rahmen der biologischen Bewertung (Biokompatibilität) wurde

auch eine technische Dokumentation gemäß der „Richtlinie 2001/95/EG über die allgemeine Produktsicherheit“ erstellt. Zum Nachweis der klinischen Wirksamkeit und Nutzerakzeptanz wurden Voraussetzungen und Rahmenbedingungen für die Testings am Patienten definiert. Hierzu wurde zusammen mit dem Medical Park Humboldt-mühle ein Studienprotokoll zum Ablauf und Design des Testverfahrens erstellt. Innerhalb der Patiententests wird untersucht, ob die Reduktion einer Spastik (erhöhter Muskeltonus) und die Verbesserung der Kraft mit Hilfe von impulsgebenden, elektronischen Manschetten wirksam ist.

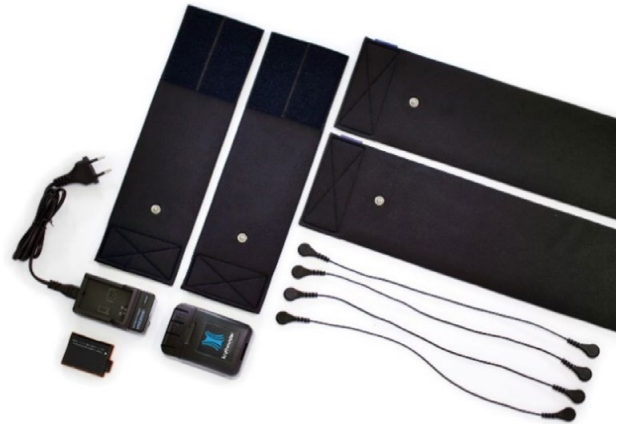


Abbildung 11: EMA-Elektroniksystem bestehend aus der Steuereinheit inklusive Li-Ion-Akku, den Elektrodenmanschetten sowie den Verbindungsdrähten, Quelle: Valitech

➤ Verwertung und wirtschaftliche Bedeutung

Allein in Deutschland erkrankten rund viertausend Menschen pro Jahr aus verschiedenen Gründen an einer unvollständigen Halbseitenlähmung. Somit kann europaweit von bis zu einer Million potentieller Patient*innen ausgegangen werden, die von diesem disruptiven Lösungsansatz in der Hemiparese-Therapie profitieren. Sowohl aus dem Gesamtsystem als auch aus den Einzelkomponenten, welche für den anspruchsvollen Use Case Hemiparese entwickelt wurden, können weitere Anwendungsgebiete abgeleitet werden. Aufgrund der nutzerzentrierten Entwicklung des E-Textil Systems können auch in anderen Bereichen (Sport, Bereiche der Gesundheitsförderung und Arbeitssicherheit) Bewegungsabläufe sensorisch ermittelt und analysiert werden.

Die entwickelten Komponenten tragen zudem dem Megatrend „Digitalisierung“ und auch dem demographischen Wandel Rechnung, indem sie gemessene Körpersignale über nutzerorientierte Programme visualisieren und zugänglich machen und dabei die Pflege und Therapie von körperlich eingeschränkten Patienten maßgeblich unterstützen.

Die KHB hat innerhalb des Vorhabens in Zusammenarbeit mit den anderen Projektpartnern ein vielfältiges Know-how im Bereich der Entwicklung und Gestaltung von Hardware insbesondere von smarten Textilien vornehmlich für die Bereiche der Bewegungserfassung, Gesundheit, Therapie, Diagnostik, Fitness und Wellbeing erarbeitet. Dieses

Wissen wird u. a. innerhalb von Folgeprojekten sowie in der Lehre und im Austausch mit Studierenden genutzt, weiter verankert und stetig erweitert.

Eine Verwertung des Motion Capture Anzugs, wie er im Projekt entwickelt wurde, ist für den Bereich Digital Health und der Therapie von verschiedenen Krankheitsbildern mit Störungen der Mobilität denkbar und wurde bereits mit Mediziner*innen aus den Bereichen Orthopädie und Geriatrie diskutiert. Auch im Bereich Gärning ist für den Strickwarenproduzent Strick Zella eine Verwertung des E-Textile Systems vorstellbar. Das gewonnene Know-how findet derzeit schon Anwendung in Produkten wie gestrickten Heizschals, Heizgürteln oder aktiv leuchtenden Mützen, Schals und Jacken.

Auch die entwickelte Druckmesssohle des Fraunhofer ISC soll zu einem Produkt umgesetzt werden, welches zur Langzeitmessung von Überbelastungen nach Operationen dient. Weiterhin wurde dem Fraunhofer ISC in Kooperation mit dem Steckerhersteller H&B elektronik für die vereinfachte Kontaktierung von Signalleitungen und Sensorelementen mit Hilfe Steck-Verbindern ein Patent erteilt.

Zudem konnte die TU Berlin ein Elektroniksystem entwickeln, welches sich zum einen durch einen gesteigerten Tragekomfort durch Anwendung miniaturisierter, hochintegrierter Module kennzeichnet und zum anderen im Vergleich zu weiteren optischen Systemen zur Bewegungs-

erfassung kostengünstiger und flexibler einsetzbar ist. Von diesen Vorteilen profitieren einerseits potenzielle Anwender*innen, weiterhin erschließen sich andererseits neue Kundenkreise im Bereich funktioneller und Technischer Textilien durch eine erhöhte Produktionsflexibilität.

Auch für ART+COM sind die im Vorhaben erzielten Ergebnisse für zukünftige Kunden- und Forschungsprojekte hoch relevant. Sie bilden dazu eine Grundlage für die Erweiterung des Portfolios um innovative Dienstleistungen und Produkte bei der Kundenakquise. Insbesondere ist die Sensordatenauswertung, das Interaktionsdesign für Mixed Reality sowie der Gamification Aspekt mit der Nutzung von künstlicher Intelligenz hervorzuheben. Diese Technologien können grundsätzlich auf weitere Anwendungsbereiche übertragen und auch bei einigen der Bestandskunden angewendet werden.

Für Valitech soll das innovative Elektromuskelstimulationssystem (EMA) einen Einsatz in den EMS-Studios finden und hier eine neue Form der Bewegungstherapie- und Sportbegleitung zum Muskelaufbau anbieten und damit das Produktportfolio deutlich attraktivieren. Zum anderen wird auch eine Anwendung in medizinischen Einrichtungen angestrebt. So führen schwere Operationen, Unfälle oder andere Erkrankungen bei den betroffenen Patienten häufig zu einer längeren Bettlägerigkeit mit einem daher gehenden Muskelabbau. Aber auch klassische Fitnesszentren können ihr Portfolio durch das System erweitern und neue Absatzmärkte schaffen.

➤ Ausblick

Durch die hohe Interdisziplinarität und die eng verzahnte Zusammenarbeit des Projektteams bildete sich ein Kompetenzwerk aus Materialtechnologie, Verarbeitungstechnik, Medizintechnik, Therapie und Design, mit dem Ziel ähnliche Projektvorhaben an den Erfahrungen teilhaben zu lassen, sich umfassend zu vernetzen und Anknüpfungspunkte für weitere Zusammenarbeiten zu entwickeln. In diesem Kontext wurden die Forschungsergebnisse bereits auf vielen Messen und Ausstellungen (u. a. TechTextil 2022, Bauhausfest in Dessau) sowie auf verschiedenen Fachkongressen, wie den DRV-Kongress, präsentiert. Die

im Vorhaben erzielten Ergebnisse stellen eine Grundlage für zukünftige Forschungsvorhaben und Weiterentwicklungen dar.

Zukünftige Forschungsthemen könnten sich auf folgende Bereiche erweitern:

- Weiterentwicklung der Textilintegration und Verkapselung der Sensoren und deren Zuleitungen im Hinblick auf Innovation, Zuverlässigkeit und industrielle Fertigung

- Weiterentwicklung des Therapiekonzeptes unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten des Systems und der symptomatisch-bedingten Anforderungen der Patient*innen sowie Weiterentwicklung von auditiven und vibrotaktilen Feedbackmechanismen
- Weiterentwicklung eines 1K- und 2K-Druckverfahrens auf dreidimensionalen textilen Objekten durch eine Roboteranlage
- Erweiterung des E-Textile Systems durch Hinzufügen weiterer SmartIMU-Knoten, welches eine detailliertere Abbildung der Bewegungsvorgänge ermöglicht
- Weiterentwicklung der Miniaturisierung der Smart-IMU-Module, sodass eine nahtlosere Integration auf dem Textil möglich wird und perspektivisch auf einen Kabelbaum verzichtet werden kann
- Weiterentwicklung der von Strick Zella designten Manschette im Projekt TakTEX, bei dem es um taktile Warnsysteme geht, die zum Teil auch auf der elektrischen Stimulation der Haut beruhen
- Weiterentwicklung der Druckmesssohle für andere Anwendungsfälle, wie Überprüfung der Druckbelastung bei einem diabetischen Fuß
- Kombination des entwickelten EMA-Systems mit einem Sensorsystem zur zeitnahen Erfassung des Muskelzustandes (EIT, EMG)

➤ Impressum

Konsortialführer Projekt futureTEX:

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)
An-Institut der Technischen Universität Chemnitz
Vorstandsvorsitzender: Dipl.-Ing.Ök. Andreas Berthel
Geschäftsführender Direktor: Dr. Heike Illing-Günther

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 TheraTex:

Valitech GmbH & Co. KG
Leipziger Straße 71
14612 Falkensee
Ansprechpartnerin: Bettina Seifert-Schulz
Tel.: +49 3322 27343 45
E-Mail: bettina.seifert@valitech.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



12/2022