



SensO-FeeT



Veredlung von Kleinmengen, Produktion textiler Flächen und Spezialfäden



Sensorisch aktive Sprunggelenk-**O**rthese mit taktile**r F**eedback-**T**echnologie
BMBF KMU Innovativ „Mensch-Technik-Interaktion“
Förderkennzeichen: 16SV8698

Die Firma imbut GmbH



gegründet 1994



Produktion von Kleinmengen und Lohnfertigung



Hohe Qualitätsstandards durch individuelle Leistung jedes einzelnen Mitarbeiters



Erfahrungen in der intelligenten Textilherstellung



Kundenspezifische Entwicklungen



Zusammenarbeit mit dem TITV

Unsere Produkte

Spezialfäden

- Leitfähiger ELITEX® XT Faden
- Mehr-Komponenten-Fadensysteme
- Funktionalisierung



Spezial Gewebe und Gewirke

- Gewebe und Gewirke
- Spezielles



Smarte Textilien

- Heizen
- Sensorik
- Leuchten



Ausrüstung von Kleinmengen

- Vorbehandlung
- Färben, funktionelle Ausrüstung

Zielstellung - Gesamtprojekt

- Gesamtziel des Vorhabens ist die Entwicklung einer sensorisch aktiven Sprunggelenksorthese mit taktiler Feedback-Technologie
- Die Umsetzung des Zieles erfolgt über folgende (technische) Teilziele:
 1. Erforschung eines Sensor- und Aktorkonzepts zur Erfassung von Kräften, Winkeln und Beschleunigungen im Sprunggelenk
 2. Entwicklung eines Datenverarbeitungsmoduls (DV-Modul) für die Sensorik und Aktorik samt Regelung
 3. Erarbeitung von Konzepten für die Integration von elektrisch leitenden Verbindungen und Kontaktierungen für Sensorik und Aktorik in textile Komponenten (Gestricke)
 4. Entwicklung eines gestrickten Orthesengrundkörpers mit optimierten Eigenschaften für die Elektronikintegration
 5. Applikation von elektrisch leitenden Verbindungen, Kontaktierungsstellen, Sensorik, Aktorik und dem DV-Modul auf dem Orthesengrundkörper
 6. Parallele Entwicklung einer App, welche über das DV-Modul mit der Orthese gekoppelt ist und Messdaten aufbereitet, speichert und visualisiert
 7. Technische Verifizierung der Einzelkomponenten durch biomechanische Laborversuche und Evaluierung des finalen Funktionsmusters durch eine Probandenstudie

Ziele im Projekt “SensO-FeeT” der Imbut GmbH

- Erweiterung des Wissensschatzes zur textilen Kontaktierung, Applikation mehrerer Sensor-Systeme
- Nutzung der Messdaten für Synergie-Effekte/ Verlinkung der anwendungsbezogenen Daten mit bestehenden Forschungsprojekten
- Weiterentwicklung im Sensorbereich



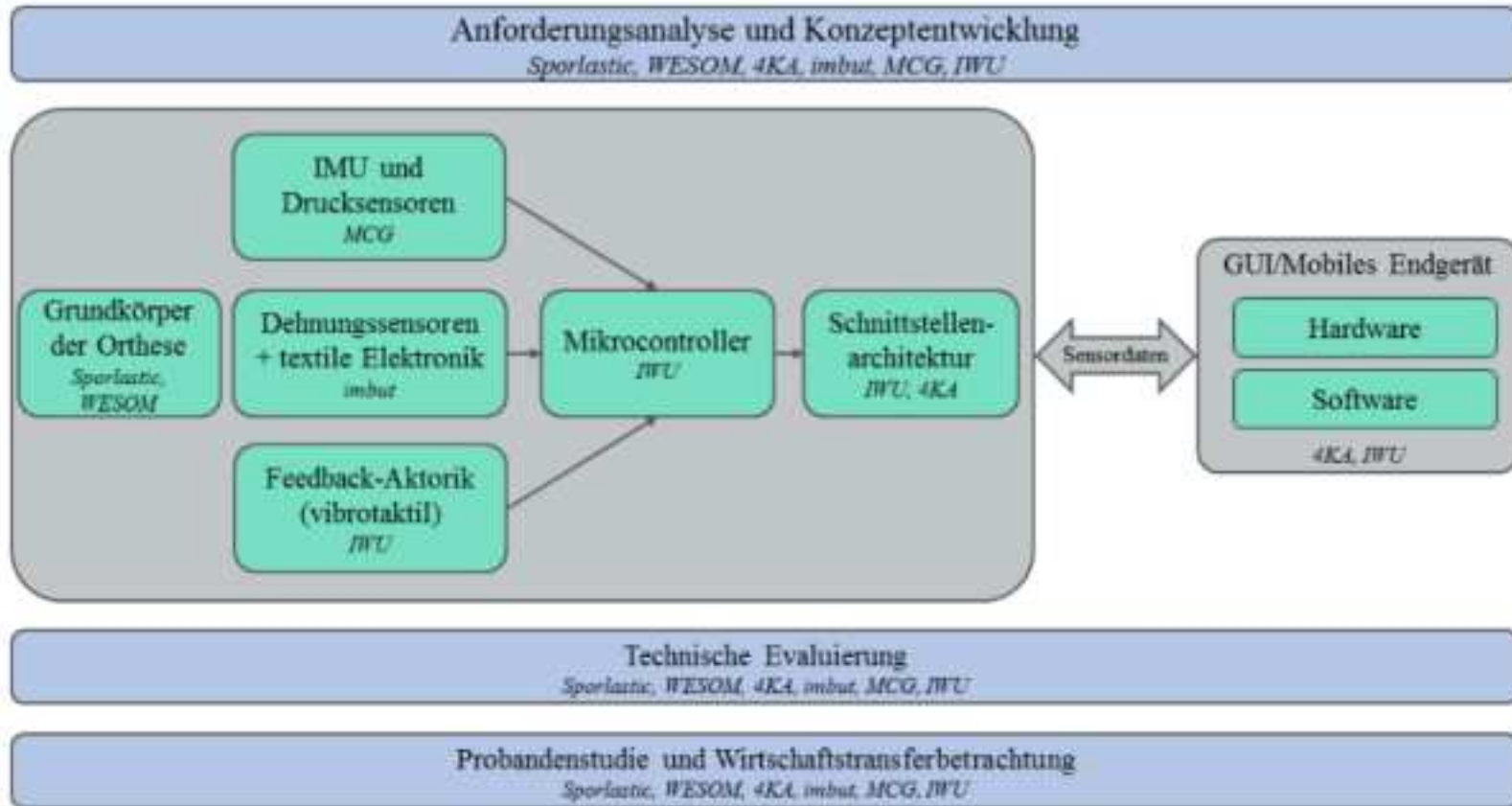
Aufgaben im Projekt “SensO-FeeT” der Imbut GmbH

- Analyse und Bewertung textilintegrierbarer Dehnungssensoren
- Konzepte für die Applikation der Elektronik auf dem textilen Grundkörper
- Entwicklung von Leiterbahnen- und Kontaktierungskonzepten
- Applikation von Dehnungssensoren, Leiterbahnen und Kontaktierungsstellen auf den Prüflingen



Projektpartner

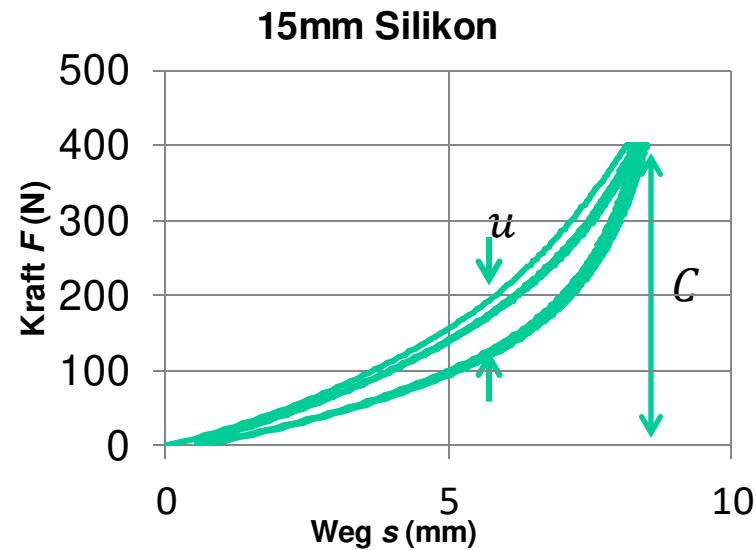
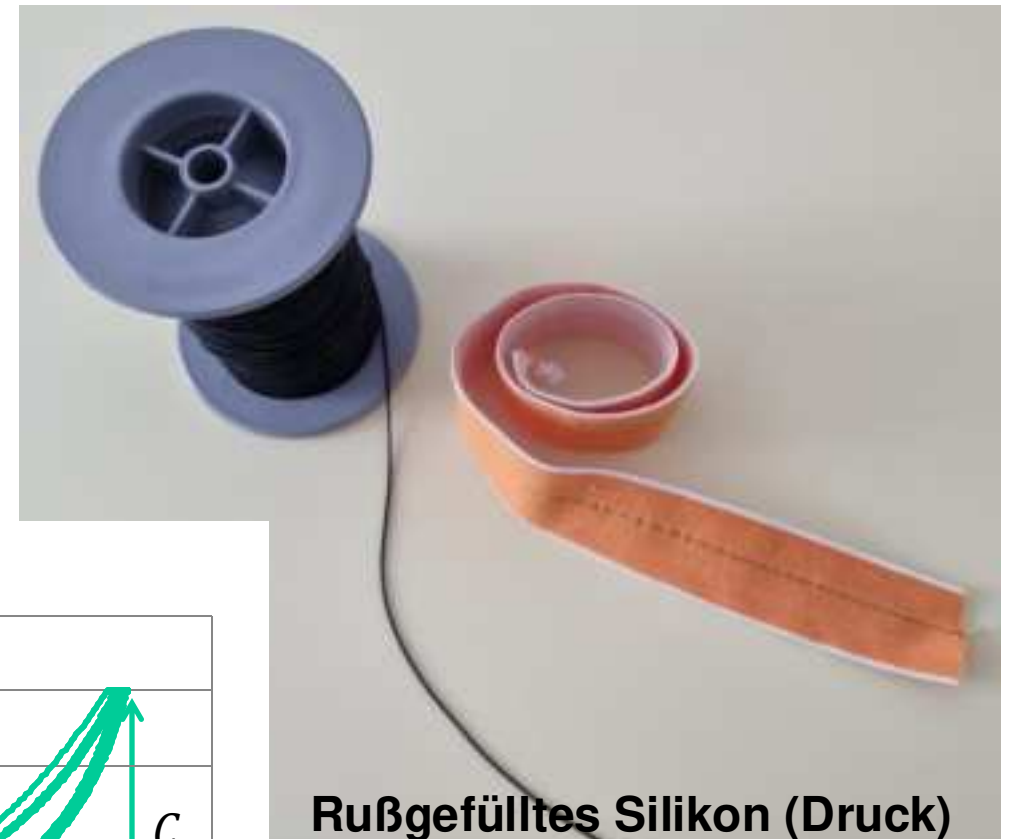
- Sporlastic GmbH (Orthese)
- WESOM Textil GmbH (Textil)
- 4K Analytics GmbH (App)
- imbut GmbH (tex. Elektronik)
- MCG motion capture GmbH (Druck- und IMU-Sensoren)
- Fraunhofer Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (Feedback und DV)



Sensortyp 1 - Faden

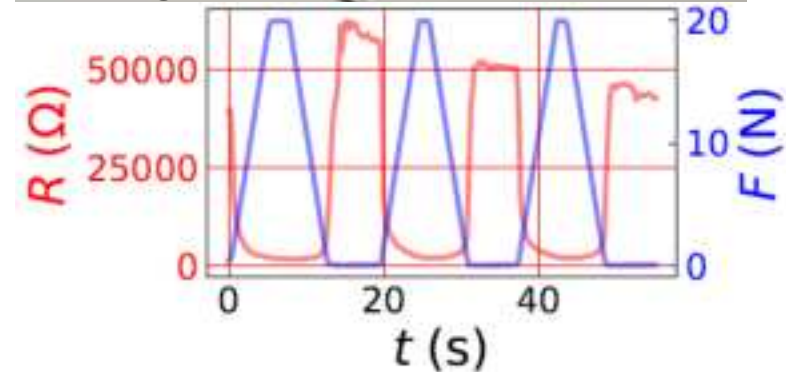
Aufbau und Verhalten des Fadens

- Silikonfaden mit Rußfüllung
- Volumenleitung
- Resistives Messprinzip
- Dehnung erhöht den Widerstand
- $\varnothing \sim 0,5 \text{ mm}$
- Starkes Hystereseverhalten
- Rußgehalt beeinflusst Widerstand und Festigkeit
- Memoryeffekte



$$\text{Hysterese} = \frac{u}{C} = \frac{100}{400} = 25\%$$

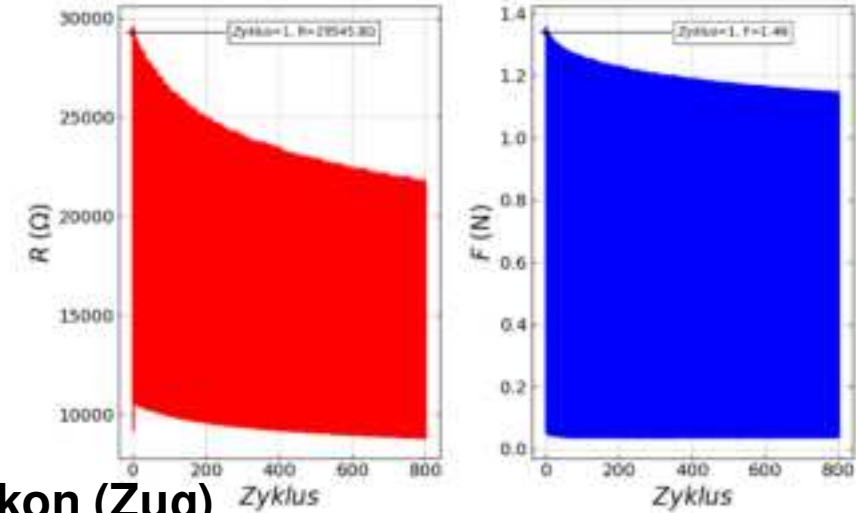
Rußgefülltes Silikon (Druck)



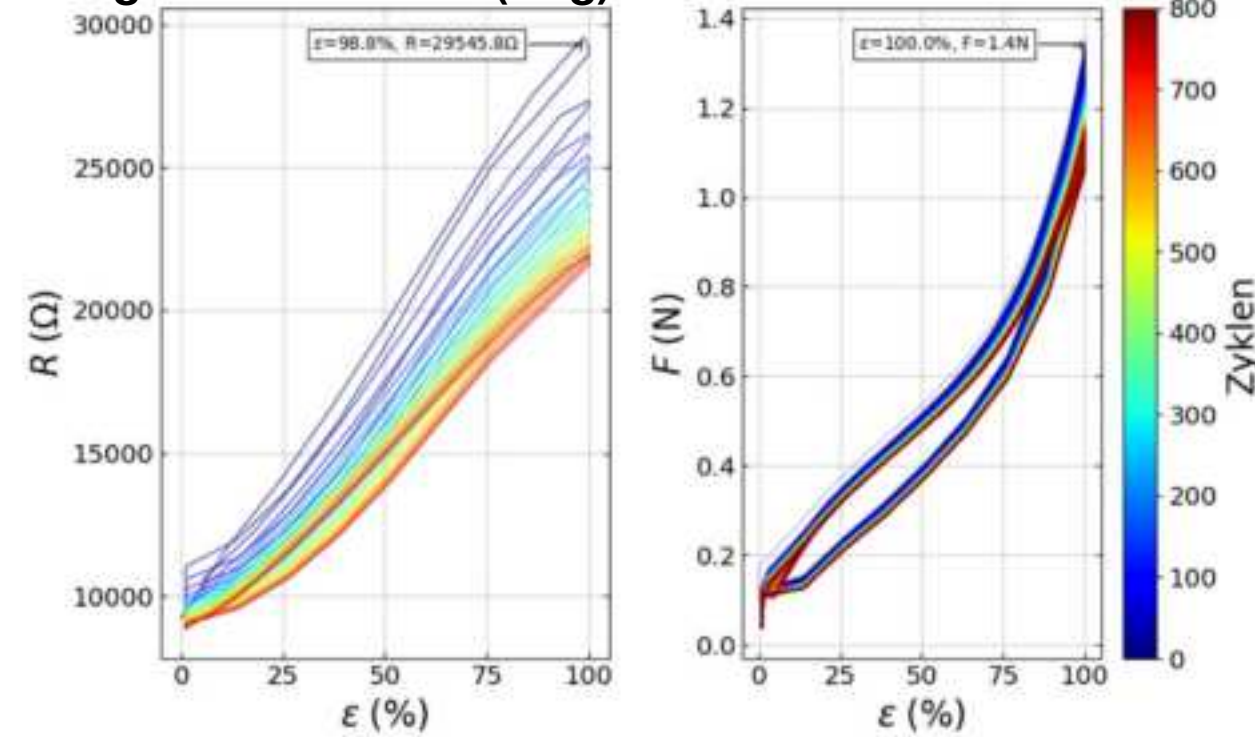
Sensortyp 1 - Faden

Bündelung

- Faden kann z.B.
 - als Kettfaden eingewebt werden
 - als Legefaden aufgebracht sein
 - An 2 Enden festgenäht werden
- 1 Faden hat definiertes KDD
- Band besteht aber aus Grundware + Sensorfaden
 - Keine Entkoppelung beim Weben und Legen
- Verbesserung des Sensorsignals durch paralleles Einarbeiten mehrere Fäden



Rußgefülltes Silikon (Zug)



Sensortyp 2 - Band

Aufbau Sensor und Träger

- Band ist ein kapazitiver Sensor
- Wird über Gießprozess hergestellt
- Mind. 3 Lagen Aufbau → Plattenkondensator
- Dehnung ändert die Kapazität des Bandes

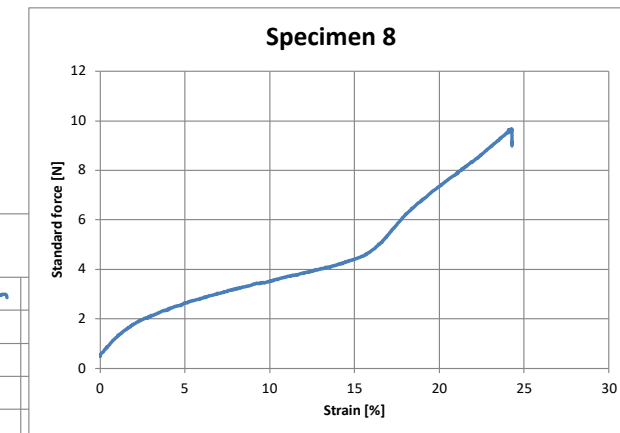
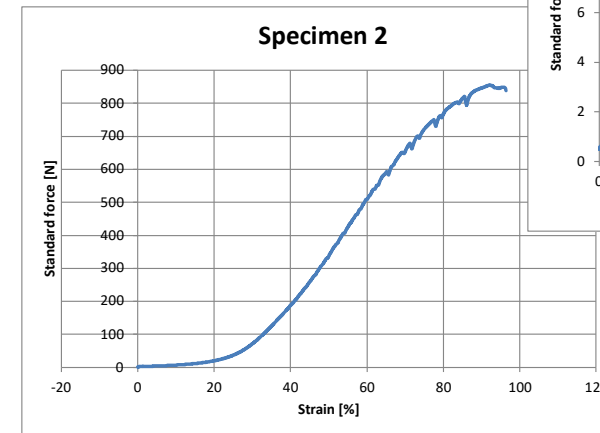
- Länge x Breite
 - 3 cm x 1 cm bis 10 cm x 1,5 cm getestet
 - Überstehend verstärkter Bereich (2 cm bis 6 cm) für mechanische Befestigung
- Muss auf elastisches Band konfektioniert werden
- Nähen aktuell gängige Lösung



Sensortyp 2 - Band

Gezielte Einstellung von Kraft und Dehnung

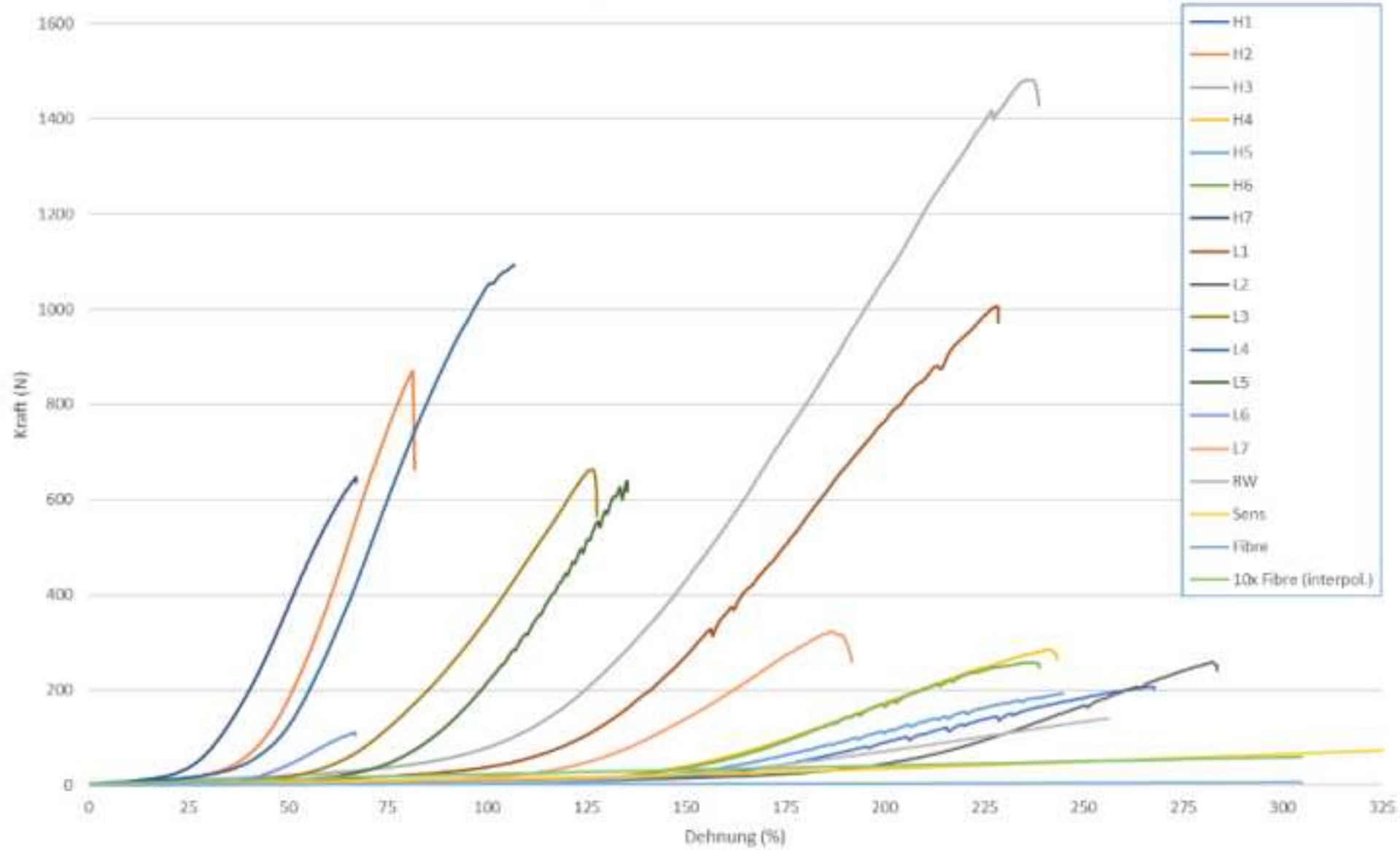
- Konfektion bei 0% Dehnung → Band und Sensor fungieren als Einheit
- D.h. Kraft-Dehnungs-Diagramm (KDD) ergibt sich aus Überlagerung der Eigenschaften der Einzelkomponenten
- Band mit Vorspannung verarbeitet oder Sensor hat Voreilung → Band ist allein verantwortlich für KDD
- Wenn Sensor seine gestreckte Position einnimmt, dann Überlagerung
- Kann genutzt werden um den Nullpunkt der Dehnungsmessung zu verschieben und Signalaufnahme einzustellen



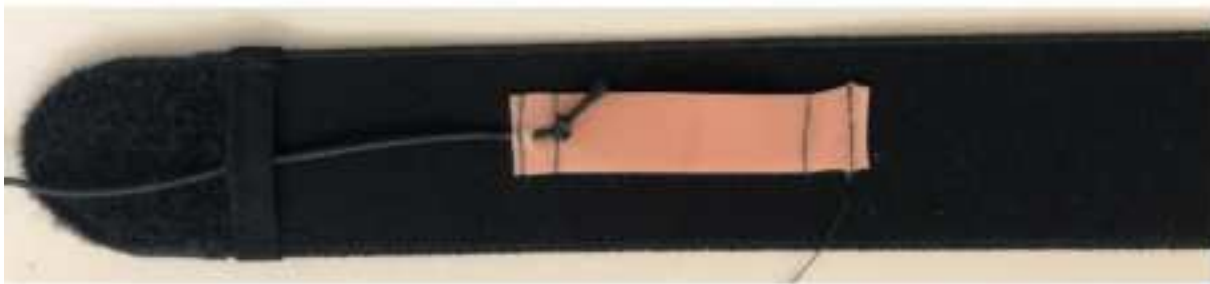
Schlaufenkonstruktion

Nur Band

Kraft-Dehnungs-Kennlinien elastischer Bänder



Kontaktierung auf dem Achterzug



Kontaktierung auf dem Achterzug



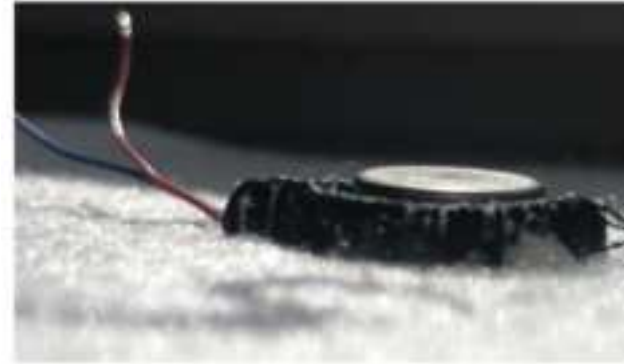
Integration weiterer Komponenten



Stickvarianten: Übersticken der Komponenten mit Spannstick und Sternmuffe

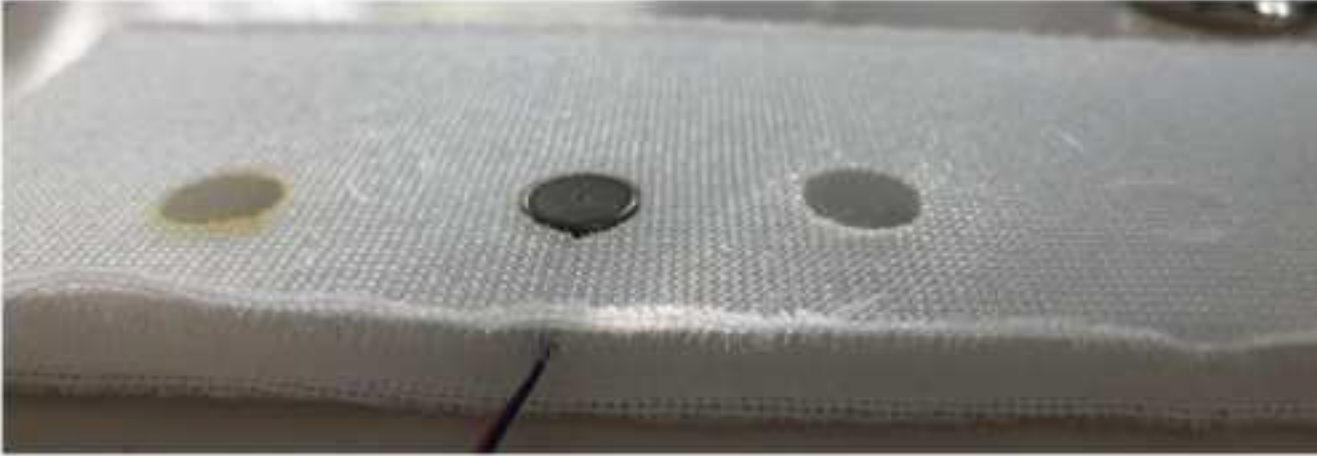


Integration weiterer Komponenten



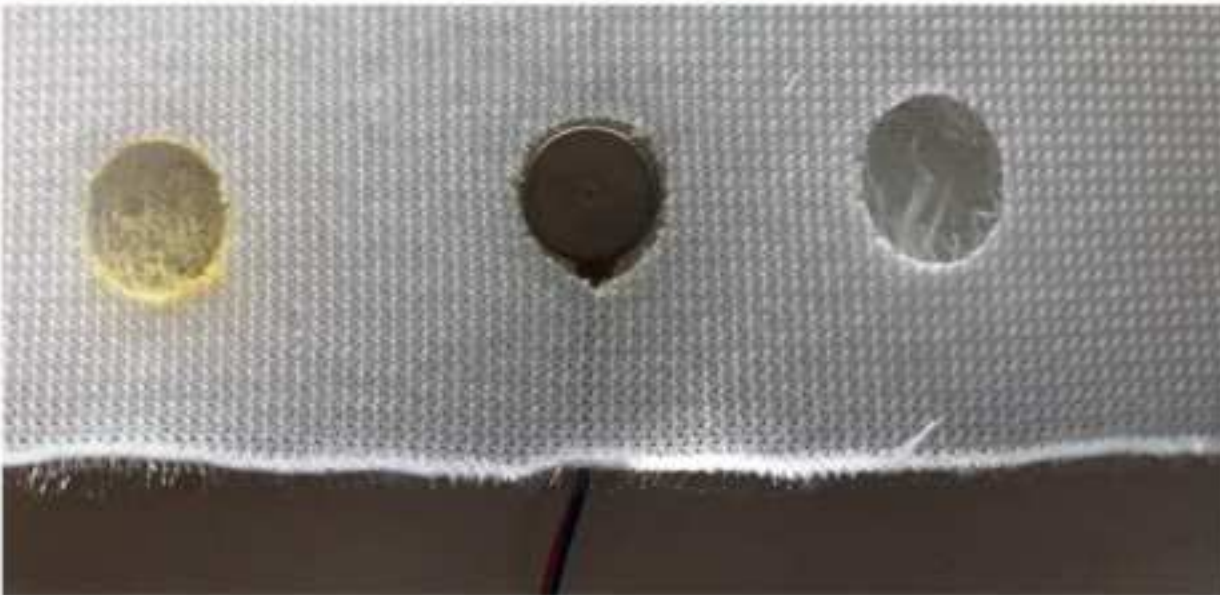
Stickvarianten: Rahmen mit Moosgummi
Einstellen verschiedenen Höhen
Kombinierbar mit Kleben, Verguss, Übersticken, usw.

Integration weiterer Komponenten



Laservarianten:

durch schneiden oder gravieren
in Abstandsgewirke entstehen Hohlräume
Polbereich des Textils dient als Kabelkanal

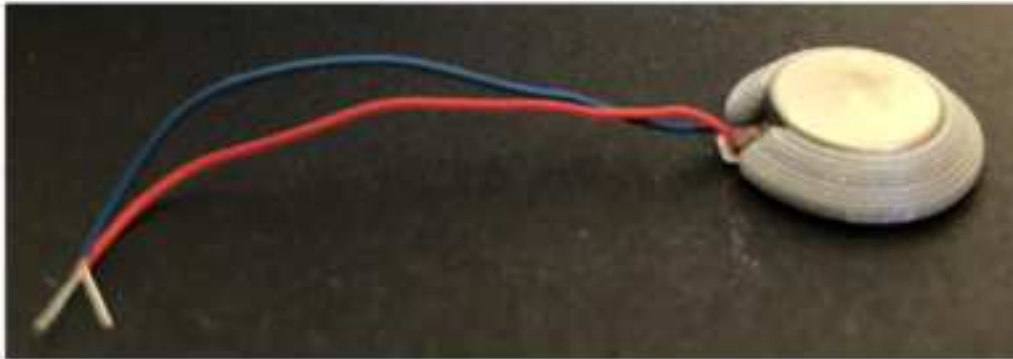


Integration weiterer Komponenten



3D Druckvarianten:

Rahmen mit direktem oder indirektem Kontakt zum Textil
Klick-Funktion
Leicht austauschbare Komponenten



Fertigung

Aufsticken der Vibrationsmotorhalterungen



- zunächst wird der Rand um die gedruckte Halterung gestickt und die Herausnehmlilfe (Gewebeband) fixiert
- die Halterung wird händisch platziert und fixiert
- bei 3 von 12 wurde jeweils ein Loch nicht richtig getroffen und händisch korrigiert - *zur Optimierung erfolgt eine Layoutanpassung*

Fertigung

Aufnähen des Flausch



- Platzierung am oberen Rand nahezu ringsherum (Waden- und Schienbein)
- Platzierung auf Fußoberseite am unteren Rand (auf Mittelfuß)



Fertigung

Aufnähen der Schlaufe

- die Schlaufe ist mittig auf dem Fuß platziert, um die Kabel der unteren Box zu führen
- in weiteren Arbeiten werden ggf. Schlaufenplatzierung für eine bessere Kabelführung definiert



Fertigung

Aufnähen der Schlaufe

Bandage 2

- DMS 1, 2, 3 medial
- DMS 1 & 3 für Pro/Supination
- DMS 2 für Planta/Dorsal



Bandage 1

- Anwähne rechter Fuß:
 - DMS 1, 2, 3 lateral
 - DMS 1 & 3 für Pro/Supination
 - DMS 2 für Planta/Dorsal



Bandage 3 & 4

- DMS 1 medial ; 2, 3 lateral
- DMS 1 & 3 für Pro/Supination
- DMS 2 für Planta/Dorsal



Fertigung

Aufnähen der Dehnungssensoren Bandage 1



Fertigung

Aufnähen der Dehnungssensoren Bandage 2



Fertigung

Aufnähen der Dehnungssensoren Bandage 3



Fertigung

Konfektionieren der unteren Naht- Fußunterseite

- da keine Freiarmmaschine vorhanden ist, wurde die Naht mittels elastischen Band fixiert



links: Außenseite
rechts: Innenseite

Prüfungen / Belastungssimulation

- Mechanische Bewegung
- Gleichzeitiges Widerstandsmonitoring
- Knicktester (o.r.)
 - Mit und ohne Formkörper
 - Winkel und Radius einstellbar
- Flexomat (u.r.)
 - Biegung und Torsion
 - Umlenkungen
 - Reib- oder Führungskörper
- Flextester (m.)
 - Lange Zugbewegung
 - Beliebige Umlenkungen



Thank you for your attention!



imbut GmbH

Zeulenrodaer Straße 42
07973 Greiz
Germany

Tel.: +49 (0) 3661 – 611 314
Fax: +49 (0) 3661 – 611 114

k.ullrich@imbut.de
www.imbut.de



Veredlung von Kleinmengen, Produktion textiler Flächen und Spezialfäden

