

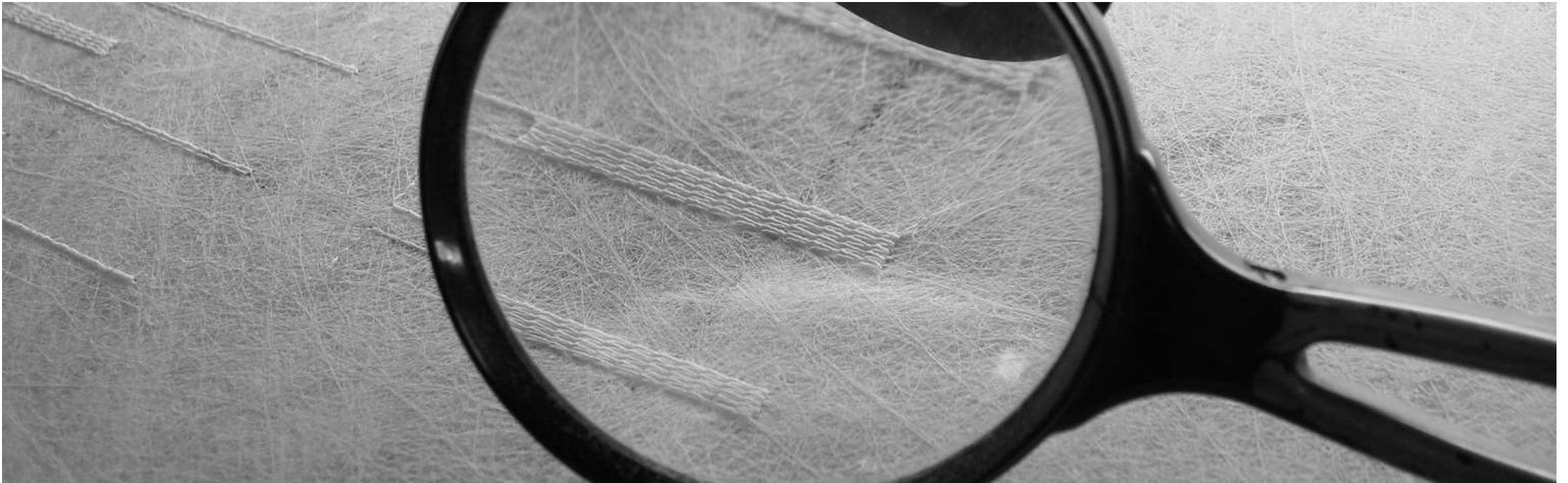
---

# MIKROSYSTEME – POTENZIALE UND HERAUSFORDERUNGEN BEI DER INTEGRIERTEN ZUSTANDSÜBERWACHUNG IN LEICHTBAUSTRUKTUREN

Michael Heinrich, Ricardo Decker, Benjamin Arnold, Jan Mehner, Lothar Kroll

Mikrosysteme Seminar – Fraunhofer-Institut ENAS Chemnitz, 30.11.2016

---



---

# AGENDA

---

- Motivation integrierter Sensorsysteme
- Stand der Technik und Herausforderungen
- Textiltechnologische Funktionalisierung
- Kunststoffgerechte Interposerstrukturen
- Intelligente Leichtbaustrukturen in der Großserie
- Anwendungsbeispiele und Perspektiven
- Vision

# Warum benötigen wir materialintegrierte Mikrosysteme?

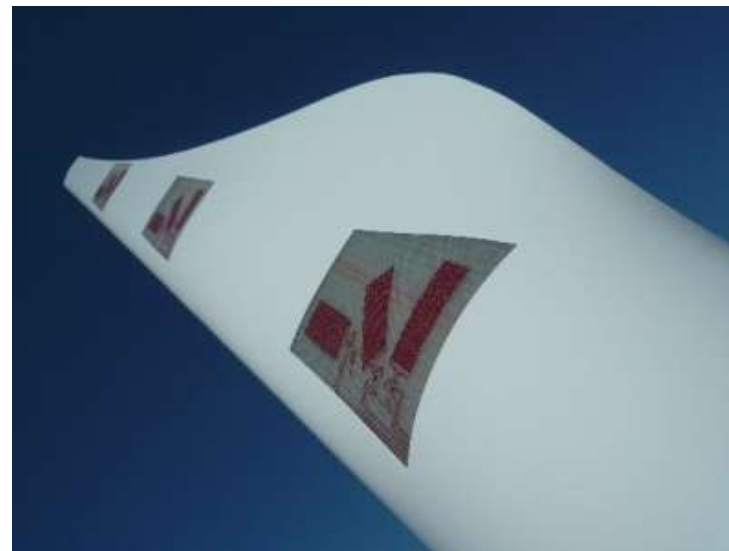
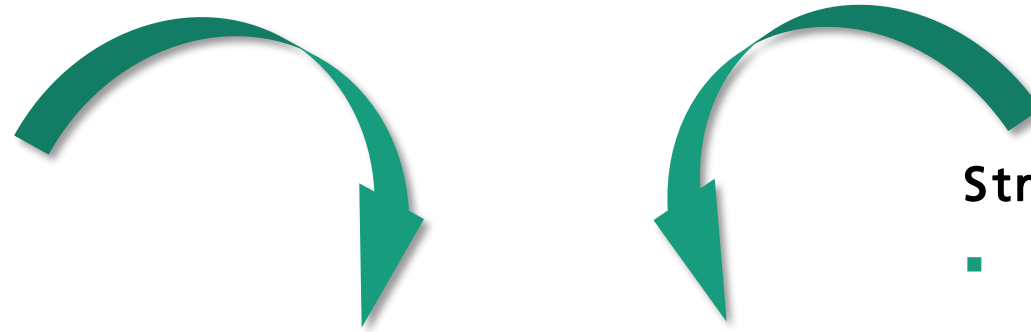
## Condition-Monitoring

- Strukturdynamik
- Umwelteinflüsse



## Individuelle Anpassung der Struktur an systembeeinflussende Faktoren für

- Energieeffizienten Betrieb
- Präventive Schutzmaßnahmen



Rotorblattstruktur basierend auf faserverstärkten Textilien und Kunststoffmatrix

## Structural-Health-Monitoring

- Mikromechanisches Materialversagen
- Alterung



## Frühzeitige Detektion der Schwächung der strukturellen Integrität für

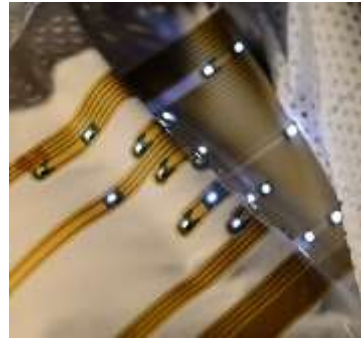
- Materialeffiziente Auslegung
- Rechtzeitige Instandhaltung

# Funktionalisierte Textilien

- Textilien mit sticktechnologisch applizierten Leitern und elektronischen Komponenten
- Gewebe oder gestrickte Textilstrukturen mit funktionalisierten Fäden
- keine Großserientechnologie
- nicht für kunststofftechnische Weiterverarbeitung geeignet
- lediglich als Labormuster umgesetzt



TITV Greiz e. V.



Fraunhofer IZM



imbut GmbH

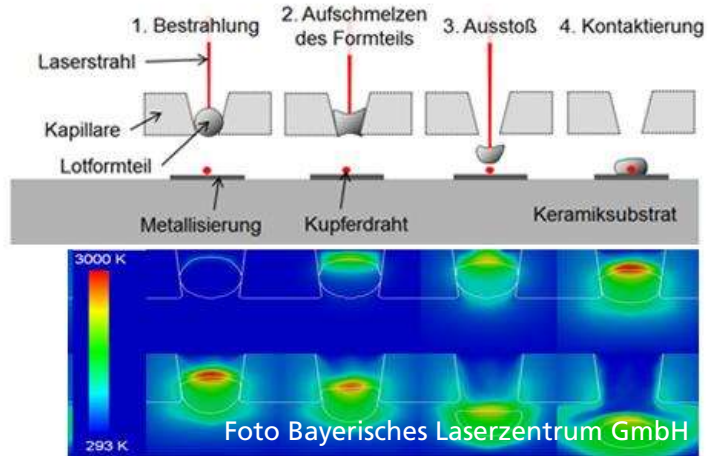


FHO Ostschweiz

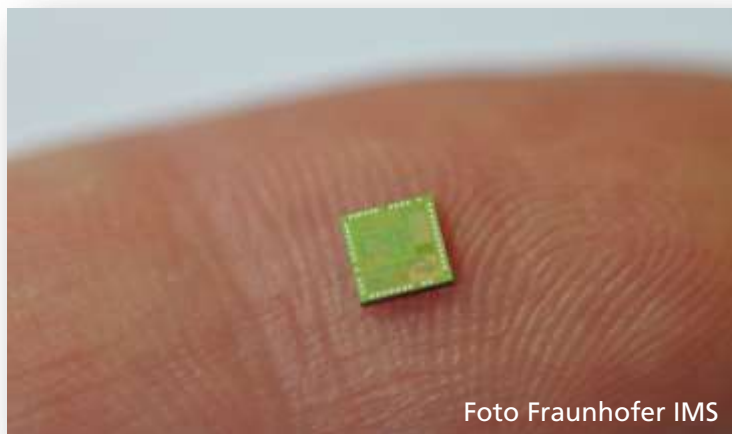
 Keine Technologie zur großseriennahen Herstellung intelligenter Verstärkungstextilien für die Anwendung in Hochleistungsverbundstrukturen bekannt.

# Herausforderungen

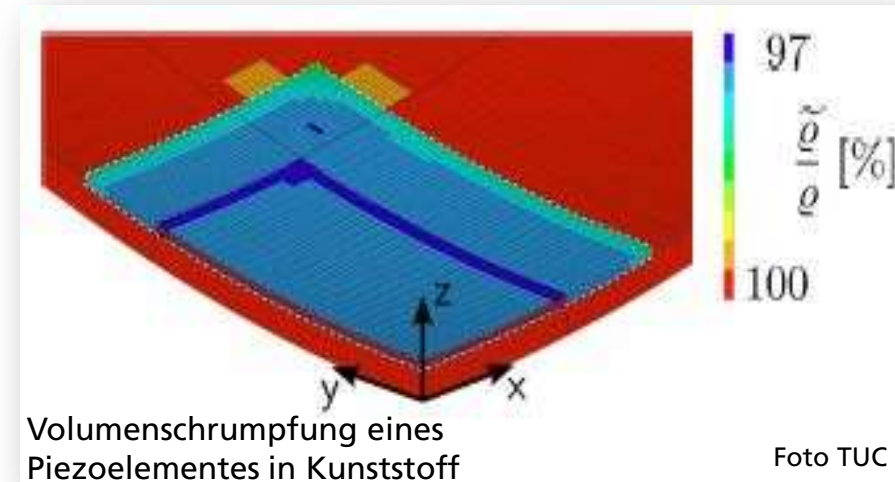
## ■ Kontaktierung



## ■ Miniaturisierte Signalvorverarbeitung



## ■ Materialkompatibilität



## ■ Großserie



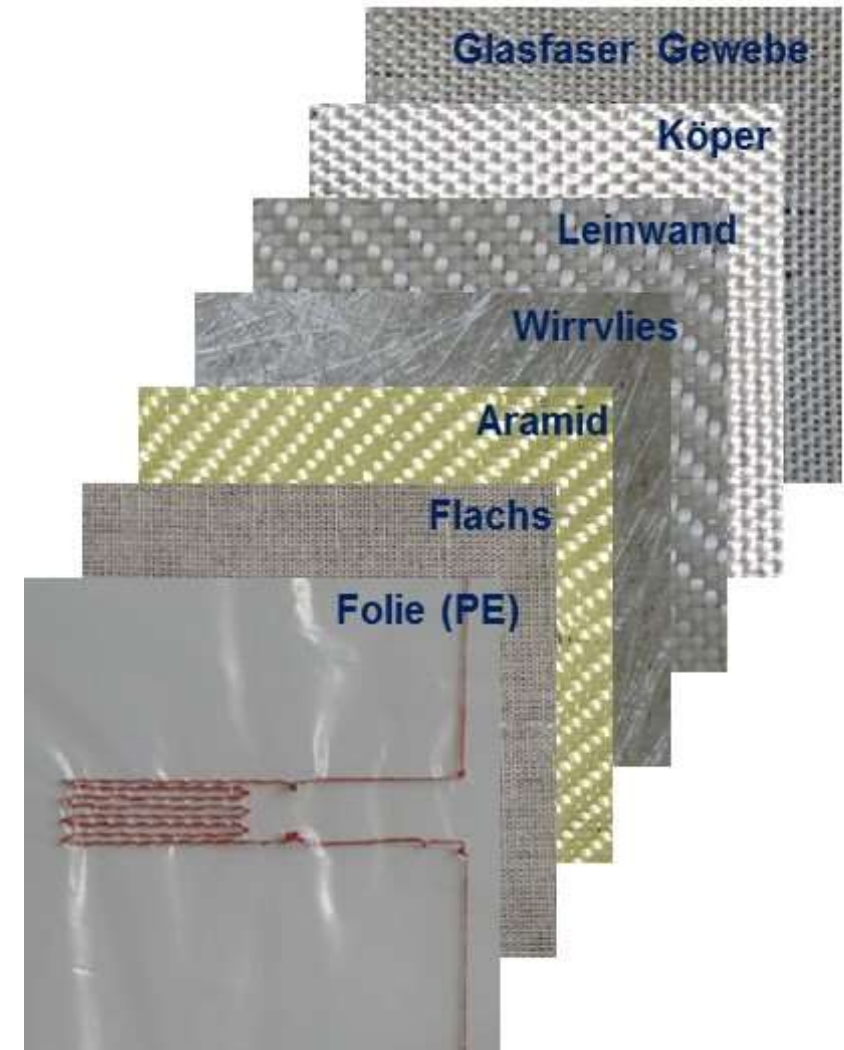
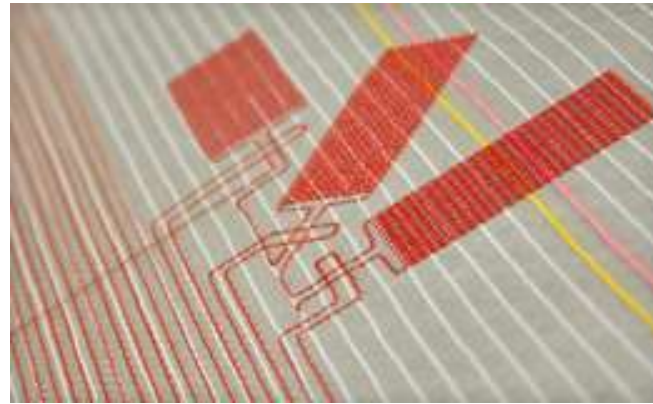
# Herausforderungen



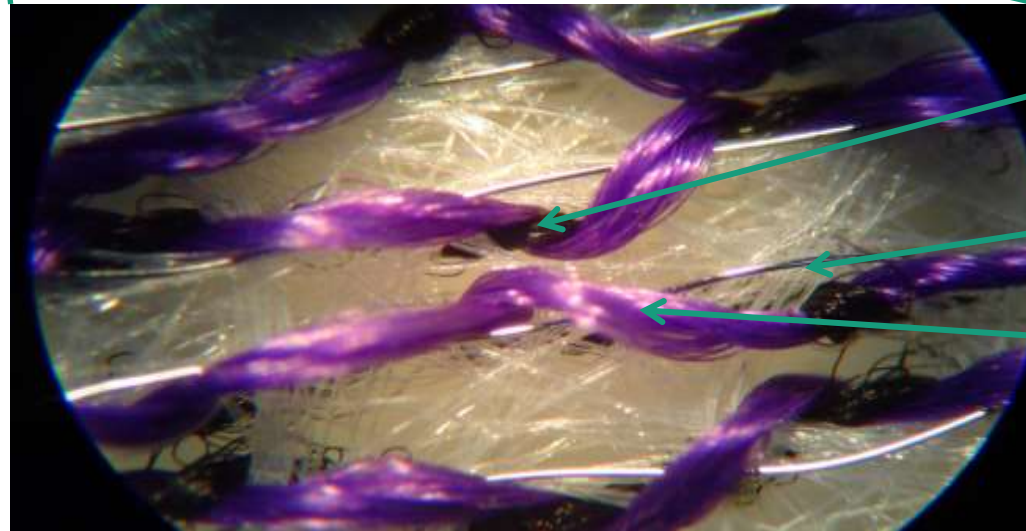
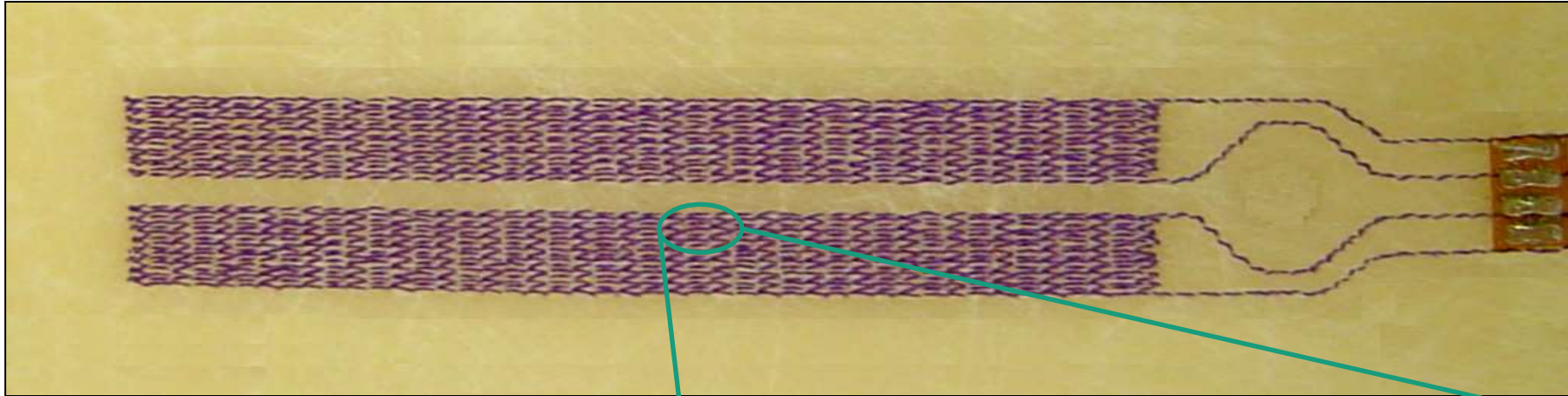
Schadensdetektion?

# Potentiale sticktechnologischer Funktionalisierung

- Hohe Designfreiheit (individuelle Layoutgestaltung, an gekrümmte Flächen anpassbar)
- Optimierter Integrationsgrad → sehr gute Haftfestigkeit durch Direktimprägnierung (thermoplastisch und duroplastisch)
- Skalierbarer Herstellungsprozess von der Kleinserie (< 20,000) bis zur Großserie (>10.000.000)
- Hoher Automationsgrad auf Basis technologisch bewehrter Applikationssysteme aus der Modeindustrie
- Großflächige Layouts (750 x 500 mm<sup>2</sup>)



# Entwicklung gestickter Dehnungssensoren für die Integration in faserververstärkte Leichtbaustrukturen



- Unterfaden (schwarz)
- Sensordraht
- Oberfaden (violett)



# Automatisierte Fixierung flexibler Leiterplatten



Pailletteneinheit

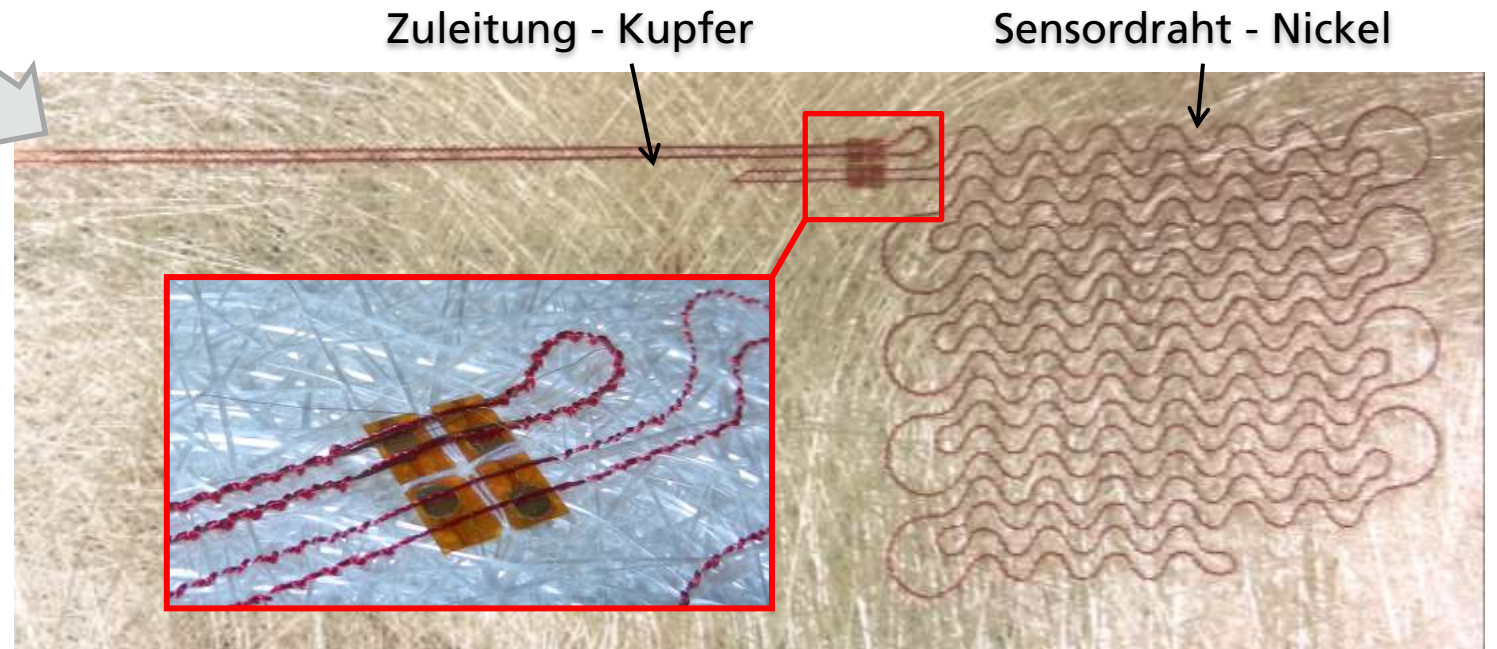


Flexible Leiterplatte (PCB) als Kontaktstützpunkt



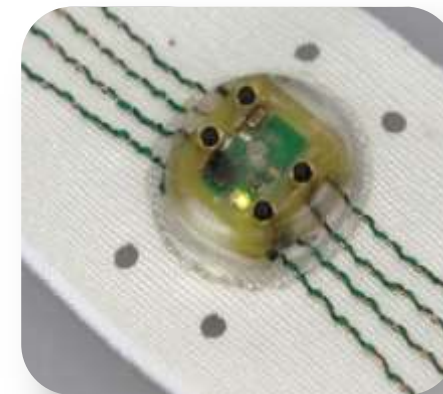
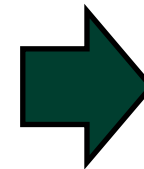
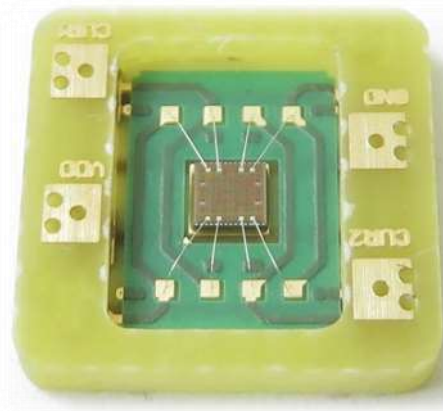
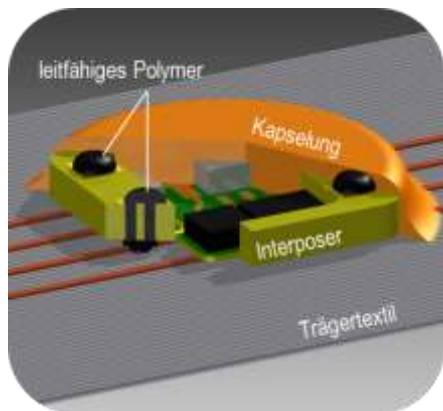
Paillette

- Automatische Ablage und Fixierung von PCB-Kontaktstützpunkten
- Kontaktierung durch klassische Lötverfahren



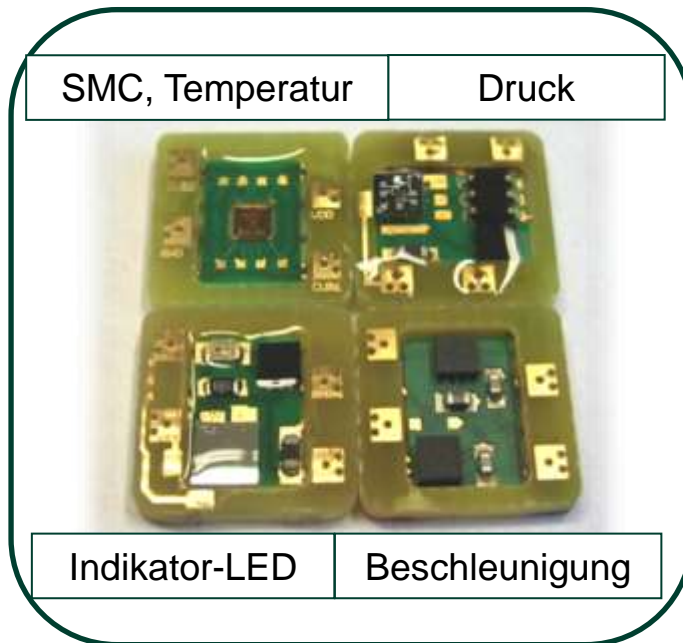
# Interposerstrukturen für die Mikrosystemintegration in Leichtbaustrukturen

- **Ziel:** Funktionalisierte Textilhalbzeuge mit komplexer Mikrosensorik/-elektronik für die materialkompatible Integration in Hochleistungsverbundstrukturen
- **Basis:** Interposer als mechanische und elektrische Schnittstelle zwischen der Mikrosystemtechnik und dem funktionalisierten Verstärkungstextil
- **Vorteil:** bekannte Technologie in der Mikrosystemtechnik hinsichtlich Verdrahtung, Kontaktierung und Kapselung

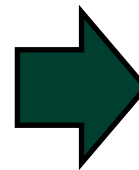


# Technologische Umsetzung des funktionalisierten Textils

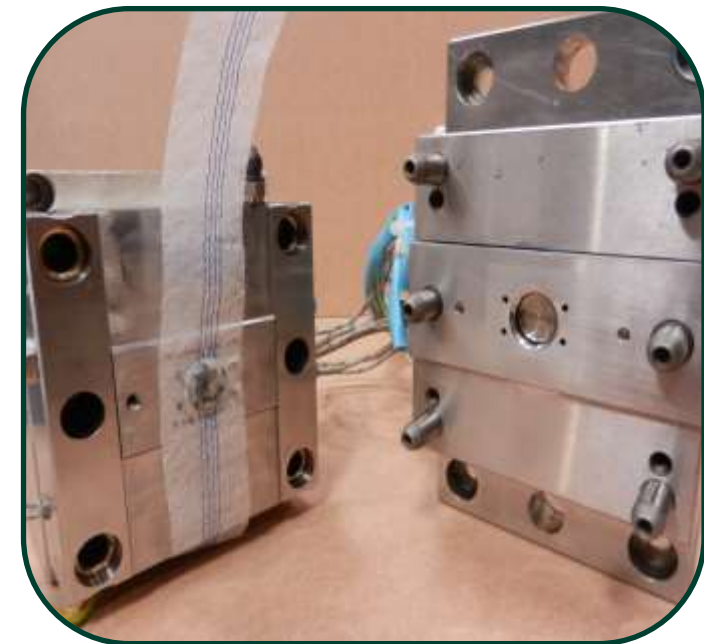
- Komplex strukturierte FR4-Bauform (10 x 10 x 3 mm<sup>3</sup>) für Sensorapplikation und Signalvorverarbeitung
- Anschlusstechnik zur Verbindung von sehr feinen IC-Anschlüssen (50-200 µm) mit textiler Leiterstrukturen (1-2 mm)



1. Kontaktierung

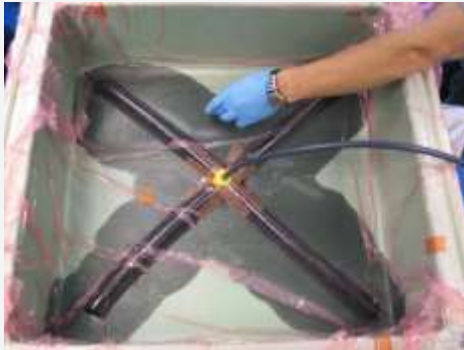


2. Verkapselung



# Integrationsvielfalt des funktionalisierten Textilhalbzeuges

Vakuuminfusion



Handlaminieren



Harzinjektionsverfahren (RTM)



Spritzgießen

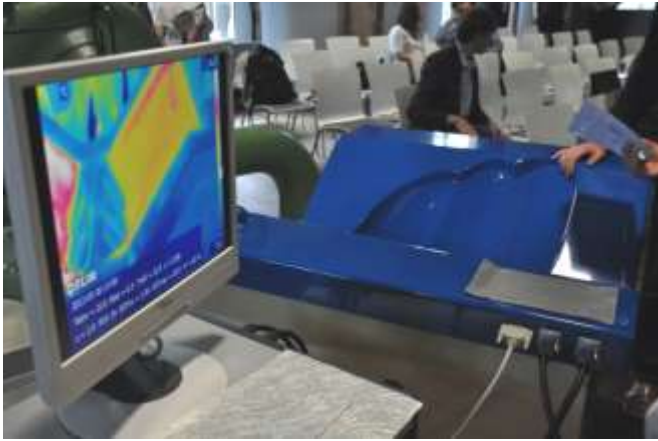


Tapewickeln und -legen



Multifunktionales Halbzeug mit  
Sensor

# Applikationsbeispiele



Beheizbare Werkzeugform mit integriertem textilen Temperatursensor



Gestickter Dehnungssensor in Gaspedal für „Drive by Wire“



Interaktive Wabenbrücke mit eingebetteten Messsystem für intelligente Lichtsteuerung



Reaktionswand tWall® plus mit gestickten Touchsensoren für die Physiotherapie

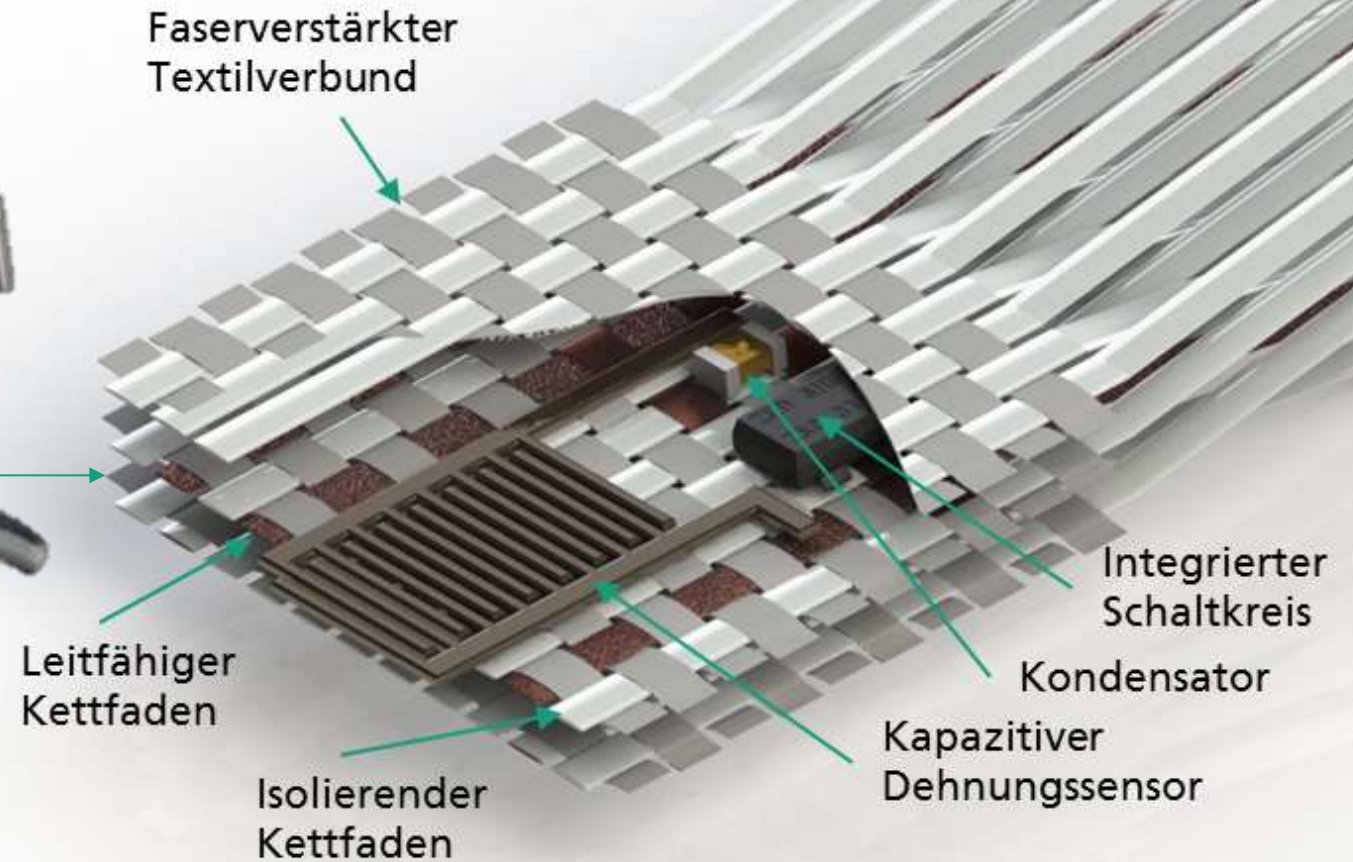
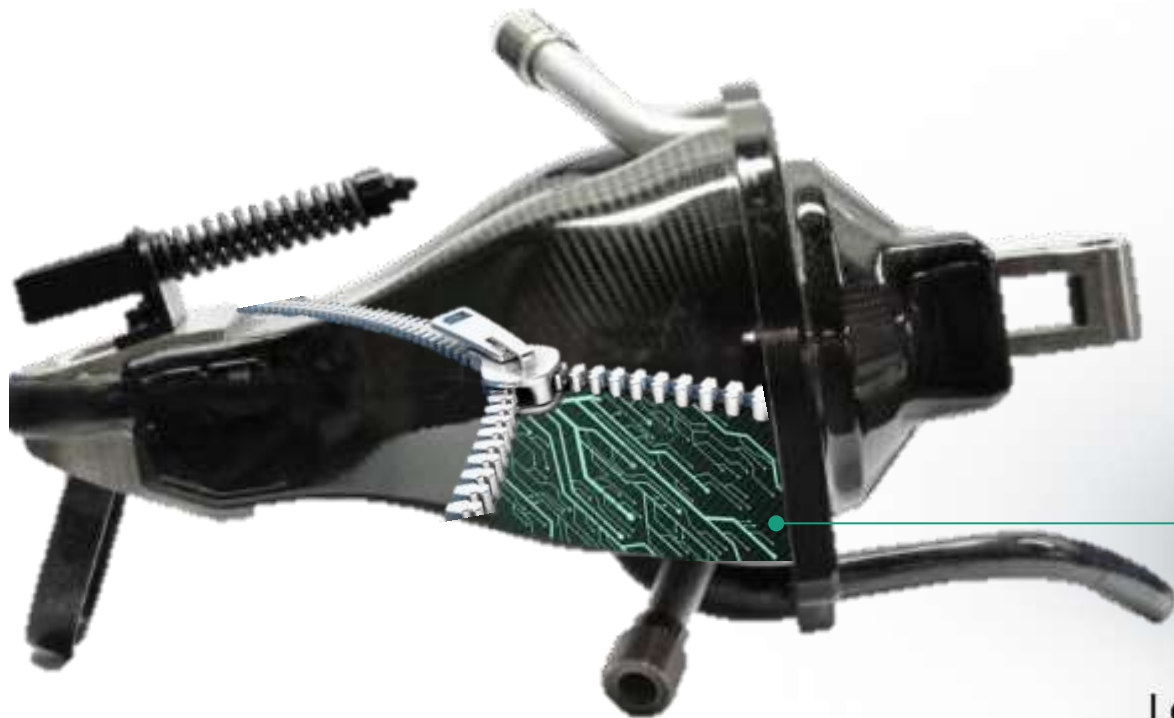


Tankwand-integriertes Füllstandmesssystem



Structural Health Monitoring in Rotorblättern auf Basis gestickter Dehnungssensoren

# Vision



Intelligente ICE-Übergangskupplung aus Kohlenstofffaser-verstärktem Kunststoff (CFK) mit integriertem Überwachungssystem

Textilverbund mit webtechnologisch integrierter Sensorschaltung für die Schadensüberwachung in faserverstärkten Kunststoffen

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

## Kontakt **Dipl.-Ing. Michael Heinrich**

Gruppenleiter "Funktionalisierte Textilien" am Fraunhofer-Institut für  
Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, Forschungszentrum STEX

Otto-Schmerbach-Straße 19  
09117 Chemnitz

Tel.: +49 371 5397 1028

Fax: +49 371 5397 61028

E-mail: [michael.heinrich@iwu.fraunhofer.de](mailto:michael.heinrich@iwu.fraunhofer.de)