

Mit leitfähigen Polymeren zu flexiblen und gedruckten elektronischen Komponenten

84. Treffen des Sächsischen Arbeitskreises Elektronik-Technologie
FROLYT Kondensatoren und Bauelemente GmbH, Freiberg
30.04.2025

Supported by:

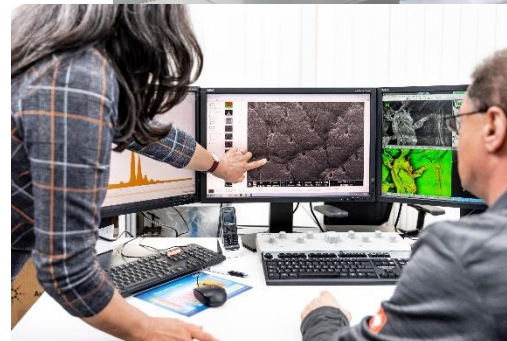


Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

on the basis of a decision
by the German Bundestag

FILK im Überblick

- Unabhängige und außeruniversitäre Forschungseinrichtung
- Forschung – Entwicklung – Dienstleistung
 - Polymermaterialien, beschichtete Textilien, Leder, Kollagen
 - akkreditiertes Prüflabor u. a. für OEM der Automobilindustrie
 - Automotive, Living, Industrial, Protection, Medical, Food
- KMU orientiert
- 150 Mitarbeiter
- 100 %iger Gesellschafter: Verein zur Förderung der FILK Freiberg Institute gGmbH
- Keine Grundfinanzierung



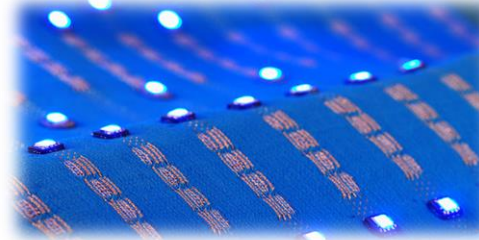
Smarte Verbunde und Textilien



interactive-wear.de



©Megascan.de



Fraunhofer ; LED + eingewebte Schaltkreise



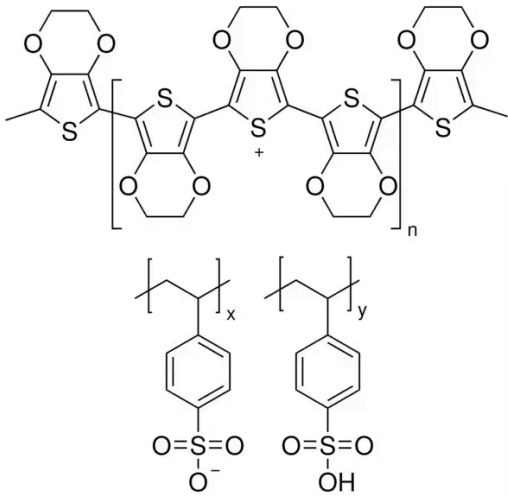
www.netmoms.de



Flexibilität und Elastizität als Kernkompetenz

intrinsisch leitfähige
Polymere

PEDOT:PSS



extrinsisch leitfähige Polymere

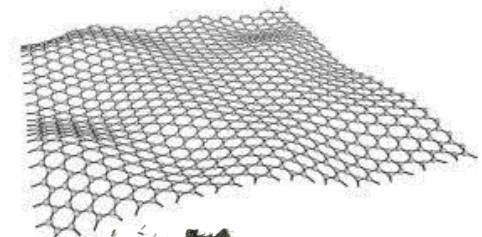
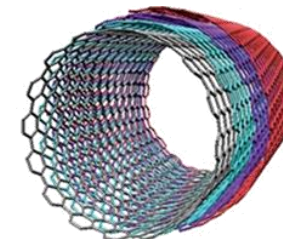
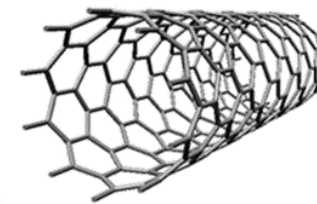
Metallpartikel

Mikropartikel von Silber
und Kupfer

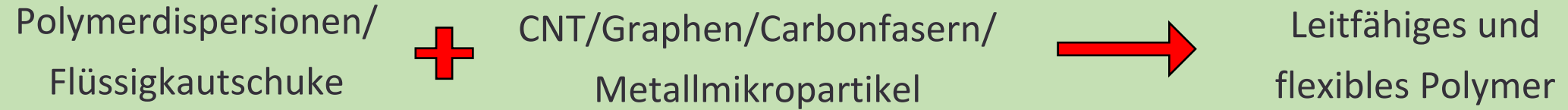


Kohlenstoffbasierte Partikel

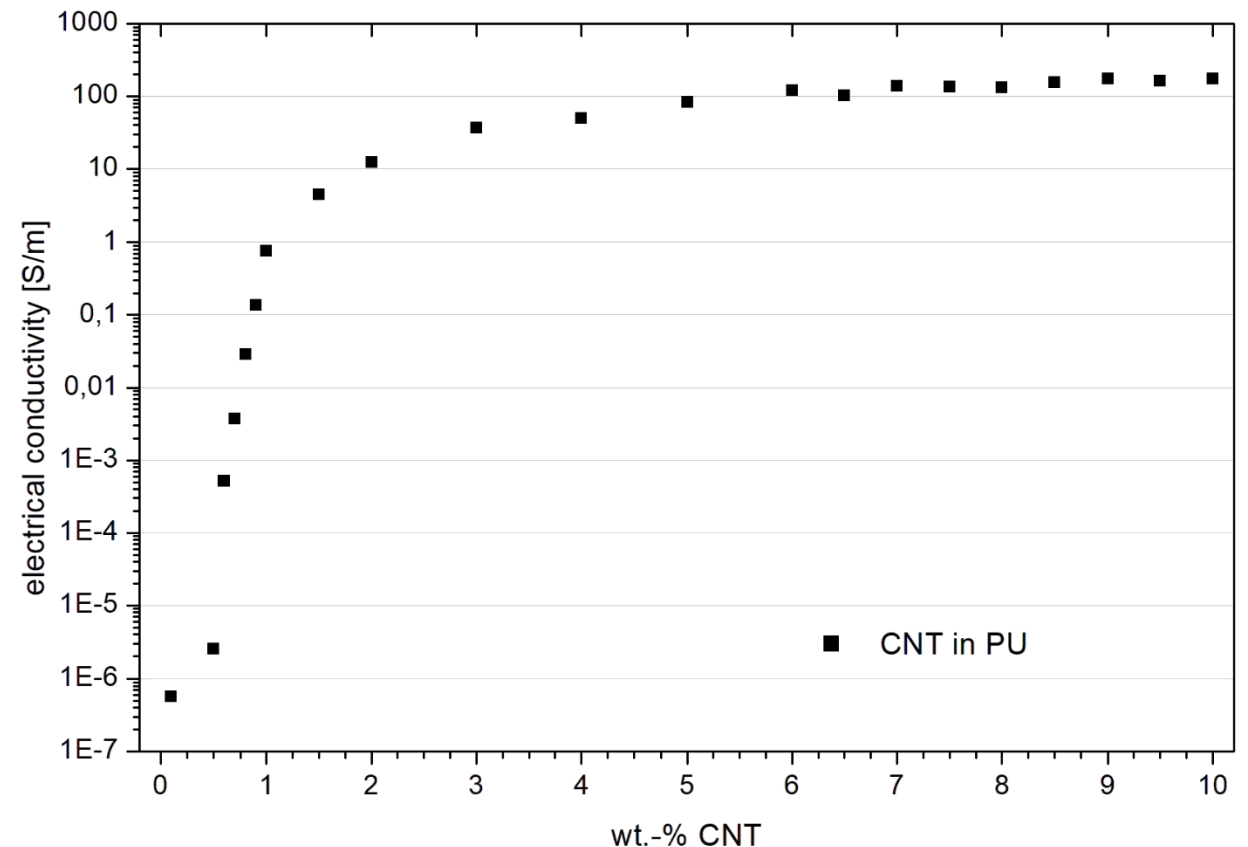
Carbon Nanotubes, Graphen,
Leitruß, Carbonfasern



Darstellbare Leitfähigkeiten



- Polymer mit bis zu 90 % Silber
 - Leitfähigkeit bis ca. 5,5 MS/m
- Polymer mit bis zu 10 % CNT
 - Leitfähigkeit bis ca. 200 S/m
 - unter Nutzung eines Synergisten wie CF über 1.000 S/m darstellbar
- maßgeschneiderte leitfähige Polymere



F&E für smart textiles und smart compounds

Polymerdispersionen/
Flüssigkautschuke

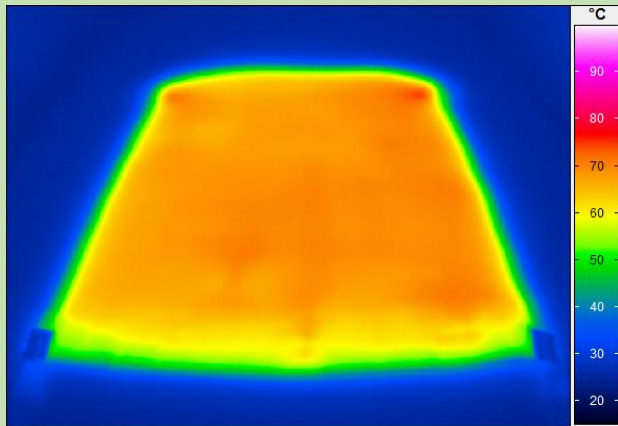


CNT/Graphen/Carbonfasern/
Metallmikropartikel

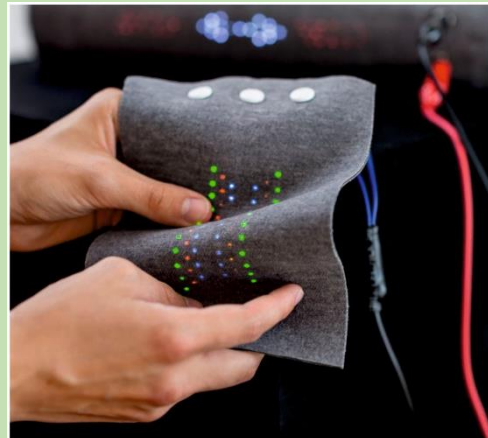


Leitfähiges und
flexibles Polymer

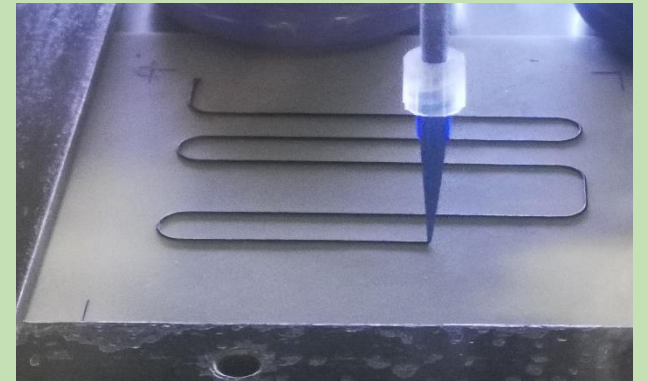
Flächenheizungen



Leuchtf lächen



Gedruckte Elektronik



F&E für smart textiles und smart compounds

Polymerdispersionen/
Flüssigkautschuke

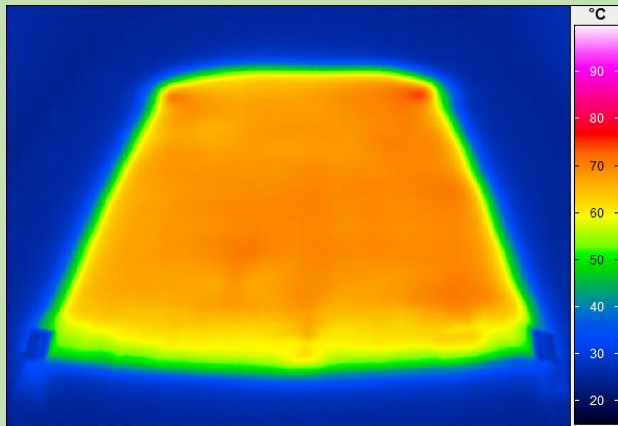


CNT/Graphen/Carbonfasern/
Metallmikropartikel



Leitfähiges und
flexibles Polymer

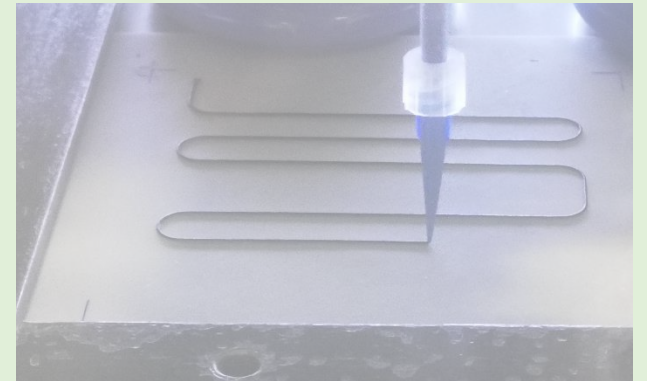
Flächenheizungen



Leuchtflächen



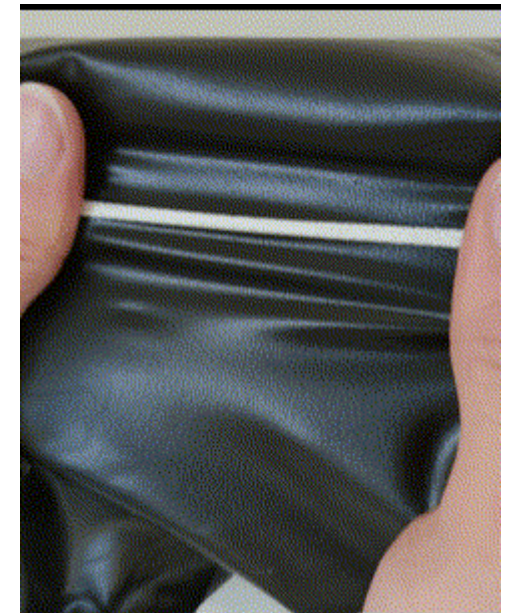
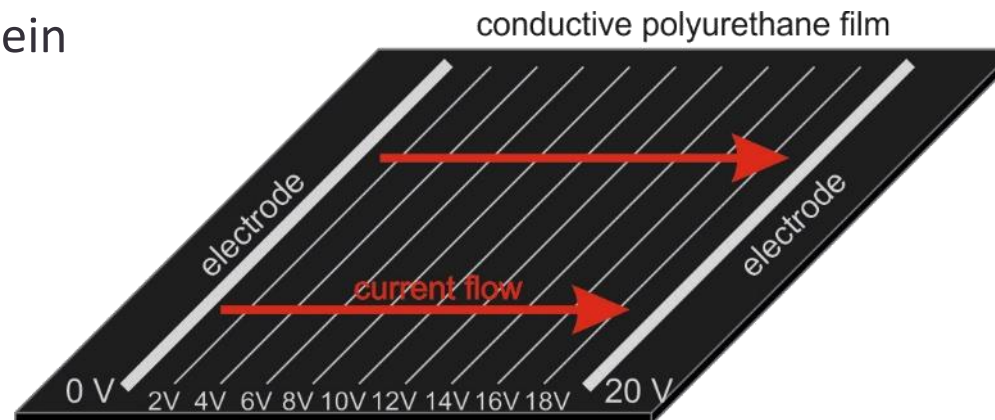
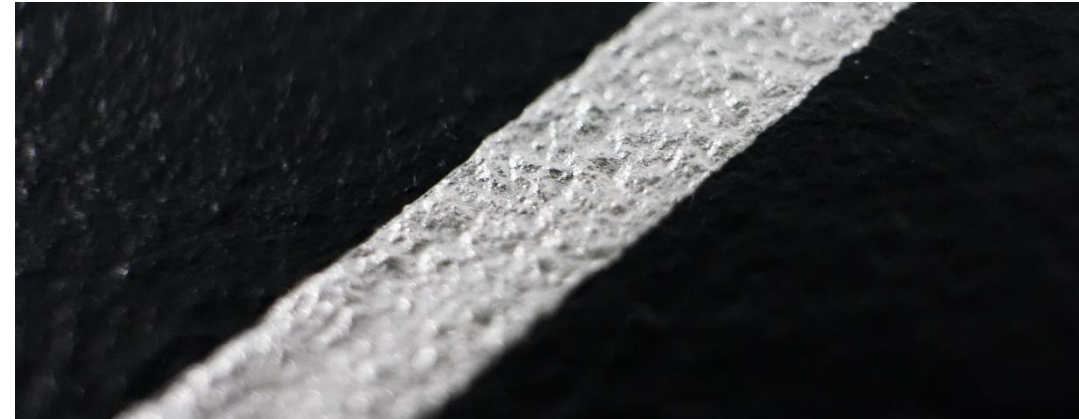
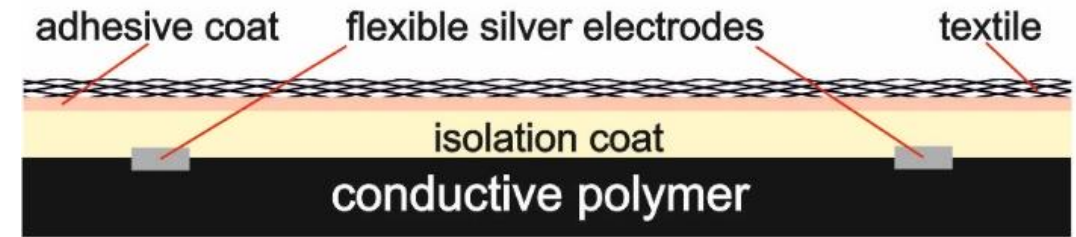
Gedruckte Elektronik



Flächenheizungen

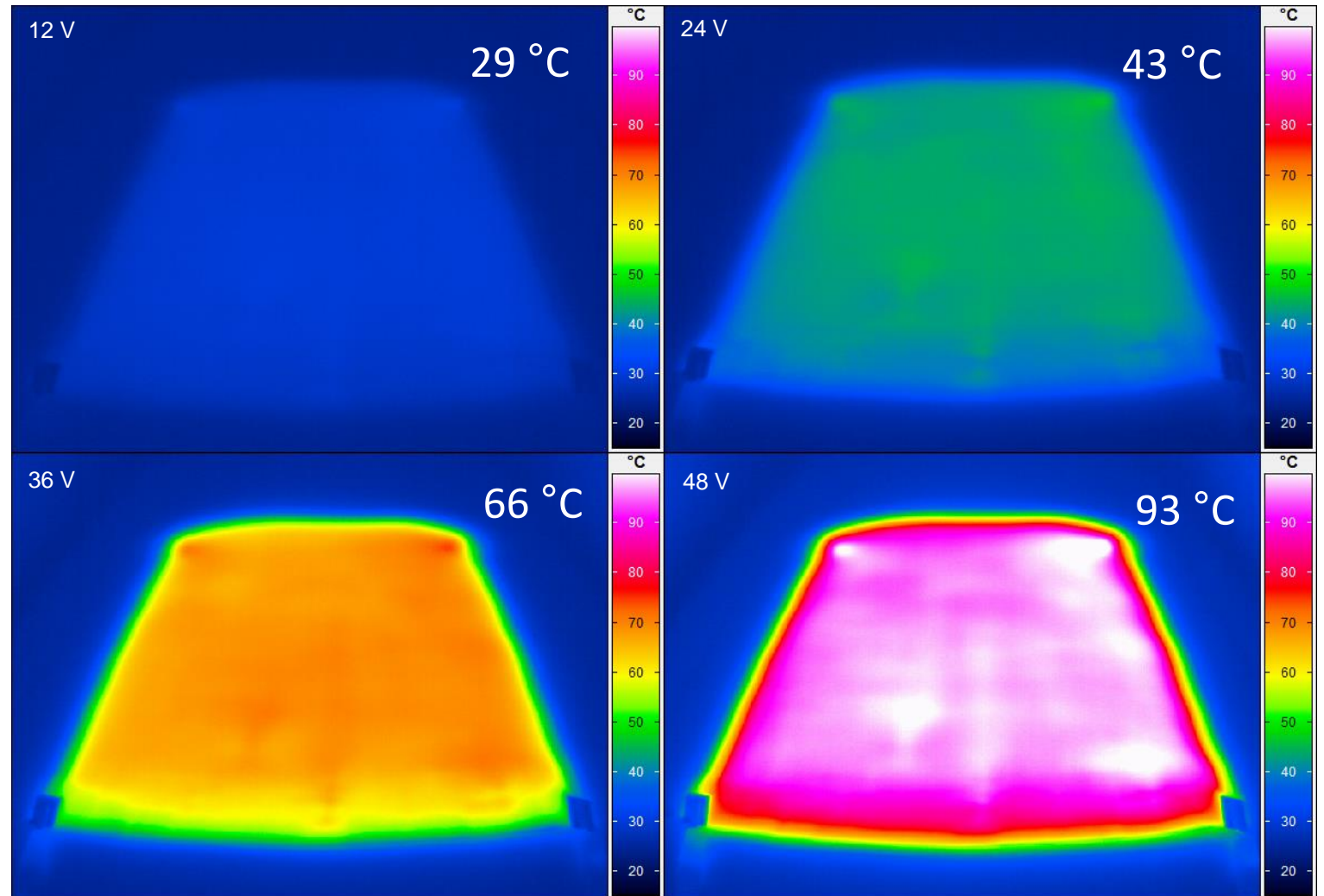
Leitfähige Folien mit flexiblen Elektroden

- Polyurethanfolien mit hohem CNT-Gehalt
 - Widerstandsheizung
- Kontaktierung der Folien mit flexiblen Silberelektroden auf PU-Basis
 - druckbare Elektroden
- Zwischen Elektroden wird ein Potenzialfeld aufgespannt



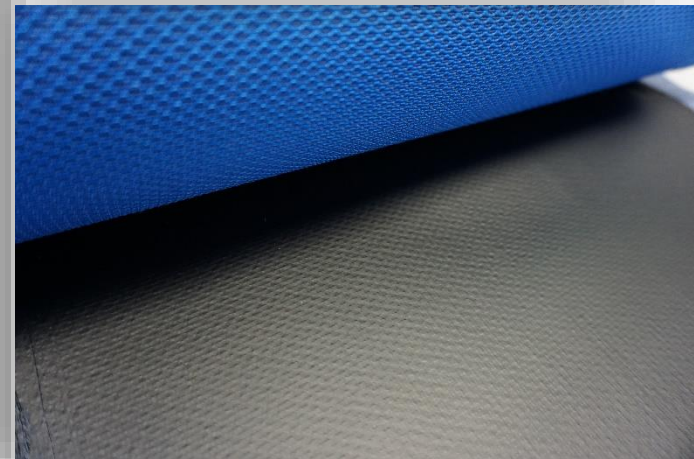
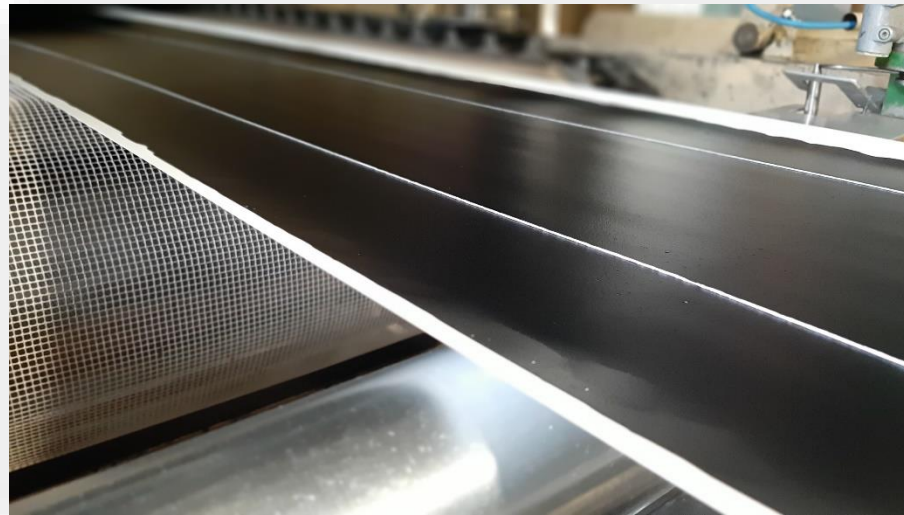
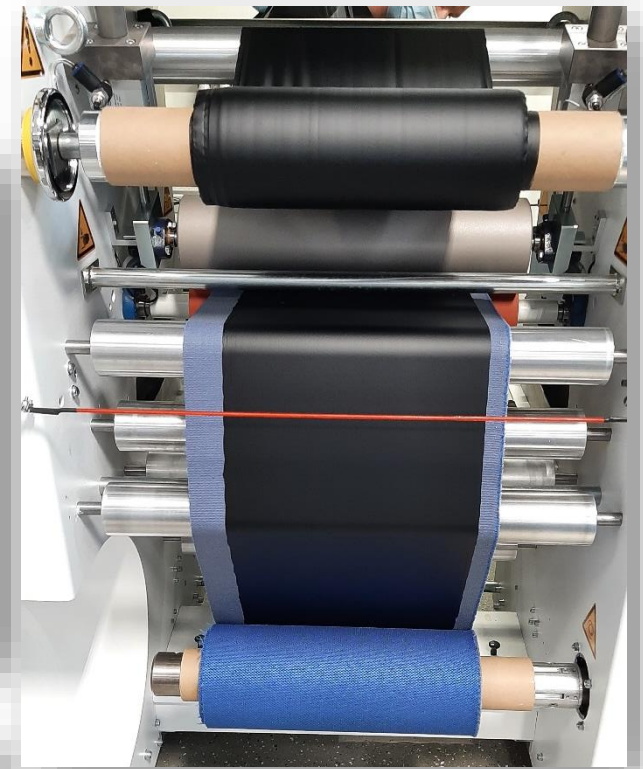
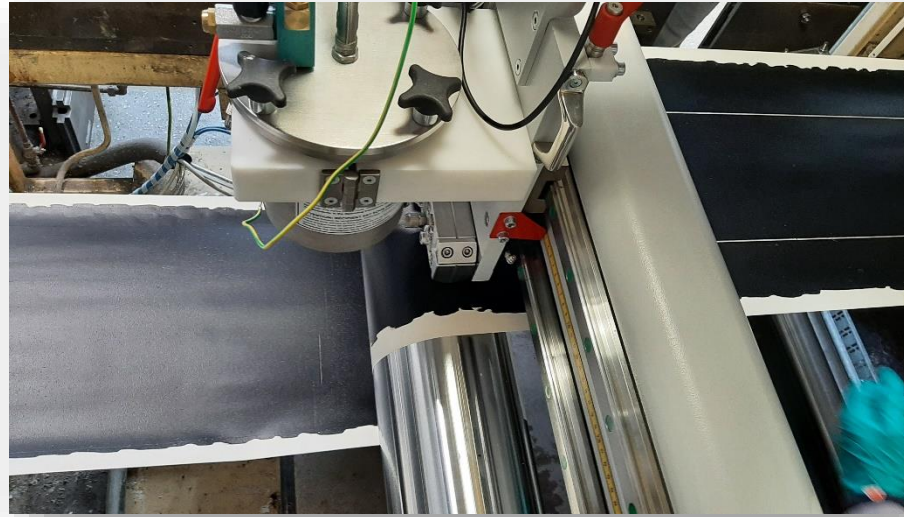
Heizverhalten

- Beispielhafte 20 x 20 cm² Heizfläche
- Heizwirkung einstellbar durch
 - Leitfähigkeit
 - Foliendicke
 - Elektrodenabstand
- keine weitere elektrische Regelung notwendig

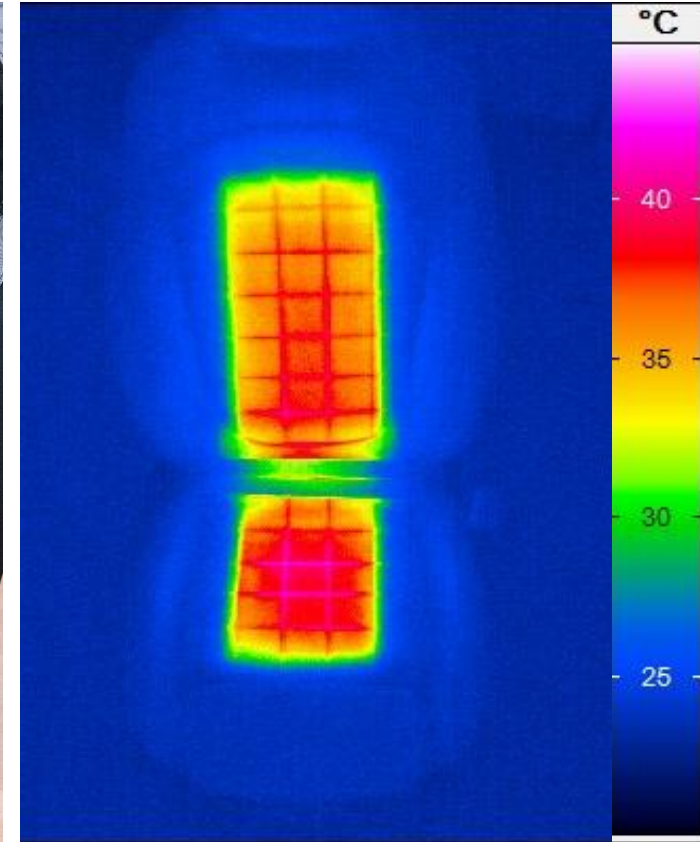
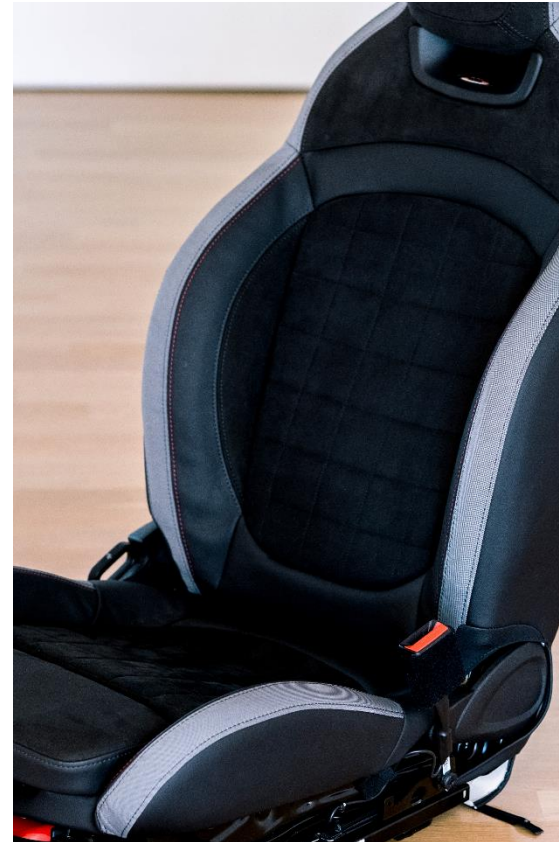
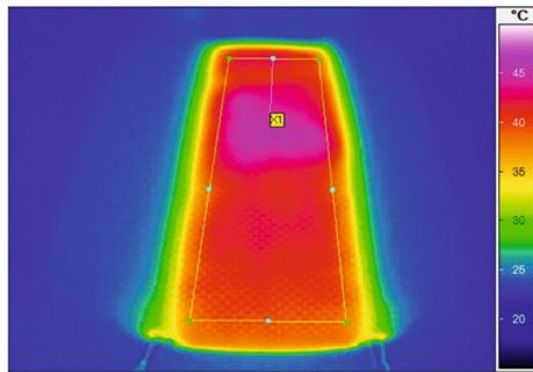
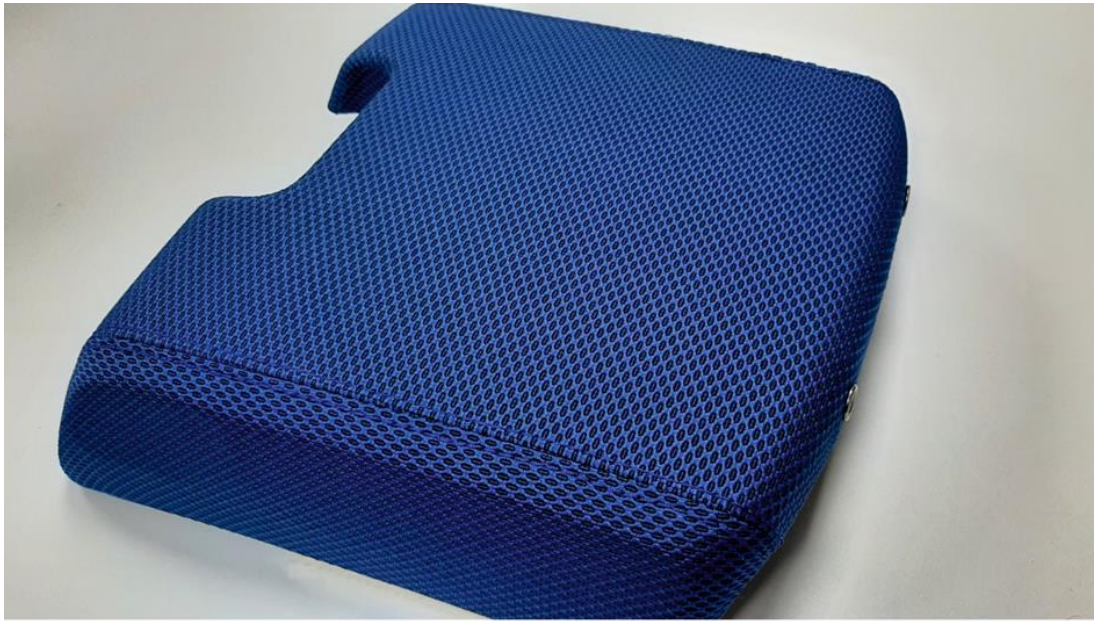


Upscaling in R2R-Prozess

- Upscaling der Formulierungsherstellung
 - PU-CNT-Dispersion
 - PU-Silber-Dispersion
- Streichbeschichtung im halbtechnischen Maßstab
- Druck der Silberelektroden mit speziellem Druckmodul
- Laminierung mit Textil zum Verbundmaterial



Demonstratoren



F&E für smart textiles und smart compounds

Polymerdispersionen/
Flüssigkautschuke

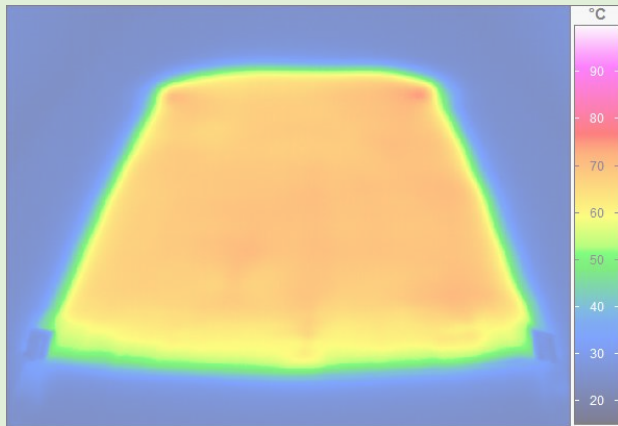


CNT/Graphen/Carbonfasern/
Metallmikropartikel

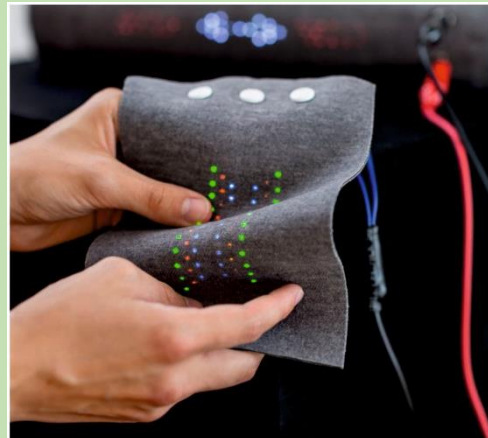


Leitfähiges und
flexibles Polymer

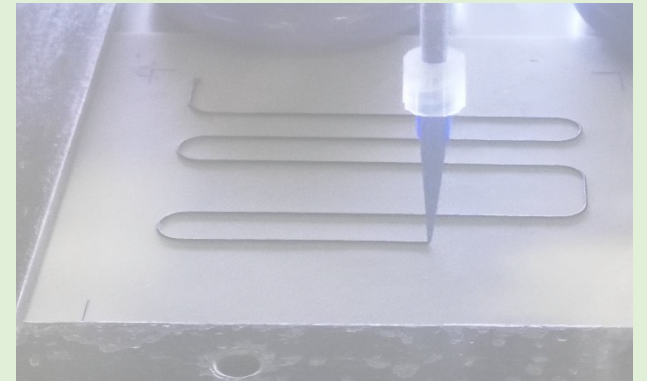
Flächenheizungen



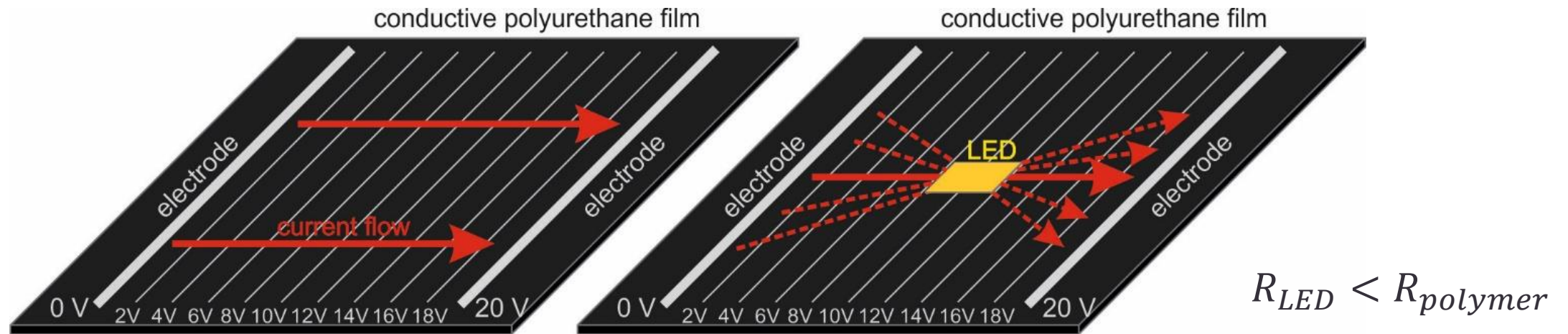
Leuchtflächen



Gedruckte Elektronik



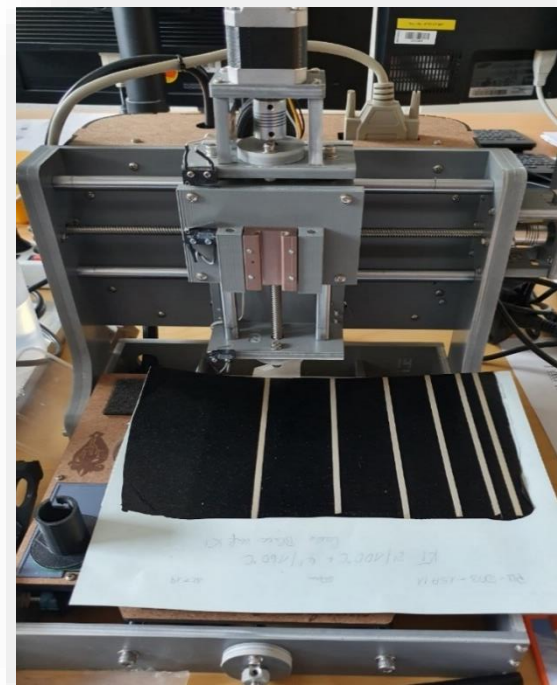
Das Konzept



- Erzeugung eines Potenzialfeldes
 - Skalierbarkeit des Feldes
 - Keine Einzelkontaktierung der Komponenten
- dünne, flexible und dehnbare Verbunde
- Leitfähige Schichten sind Vorwiderstand, Substrat und Energieversorger für elektrische Komponenten

Applikation der LEDs

- LEDs können bereits im Beschichtungsprozess appliziert werden
- Nachträgliche Applikation ebenso möglich



Hinterleuchtete Verbundmaterialien

- Laminierung mit Textilien erzeugen hinterleuchtete Verbundmaterialien
- SMD-LEDs auf leitfähiger Polyurethanfolie in Textilverbundmaterial
 - hohe Designfreiheit
 - Verbundflexibilität
 - Dünne Verbunde



Weiterentwicklung für medizinische Anwendung

Therapie von Neugeborenenengelbsucht

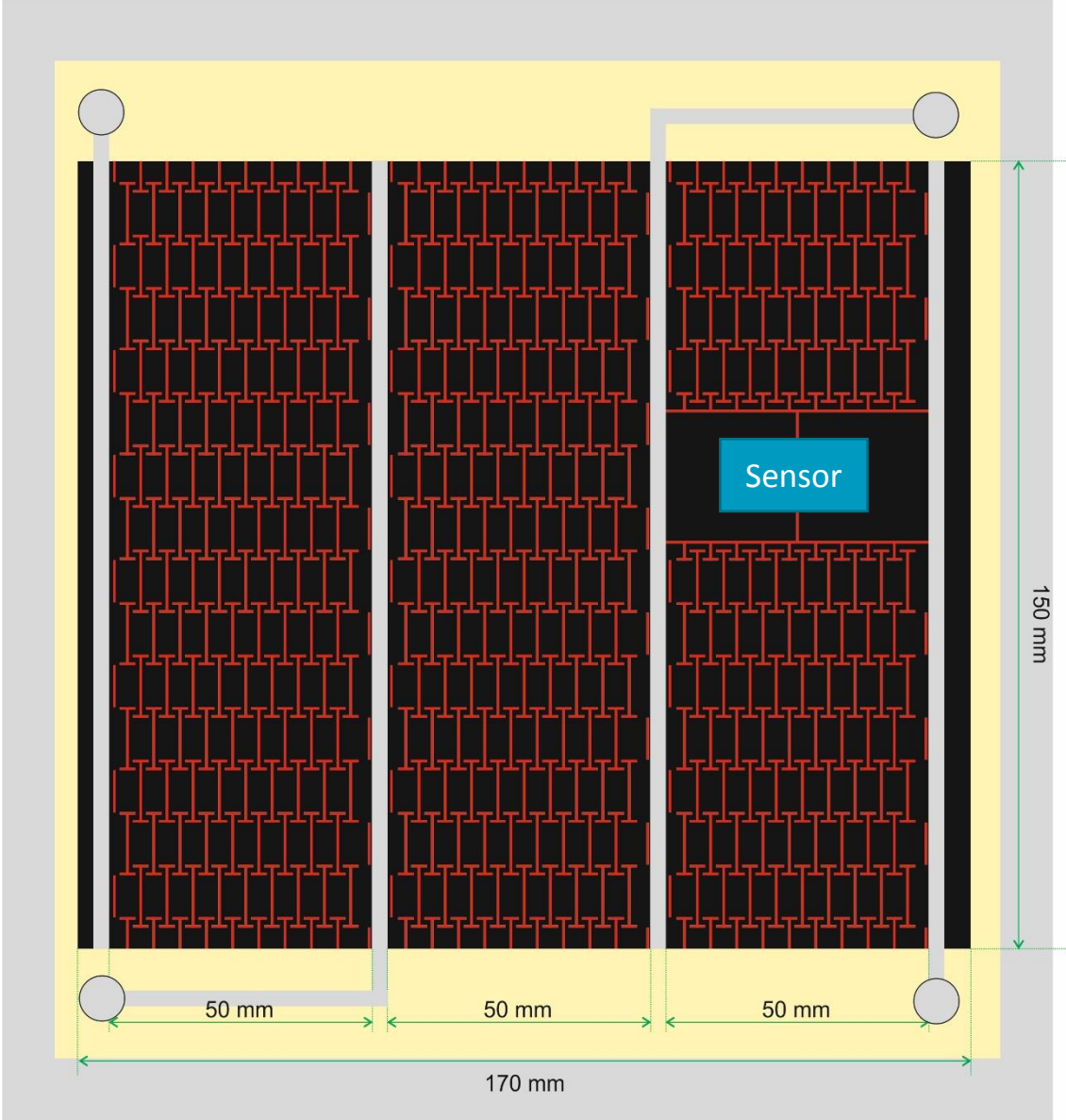
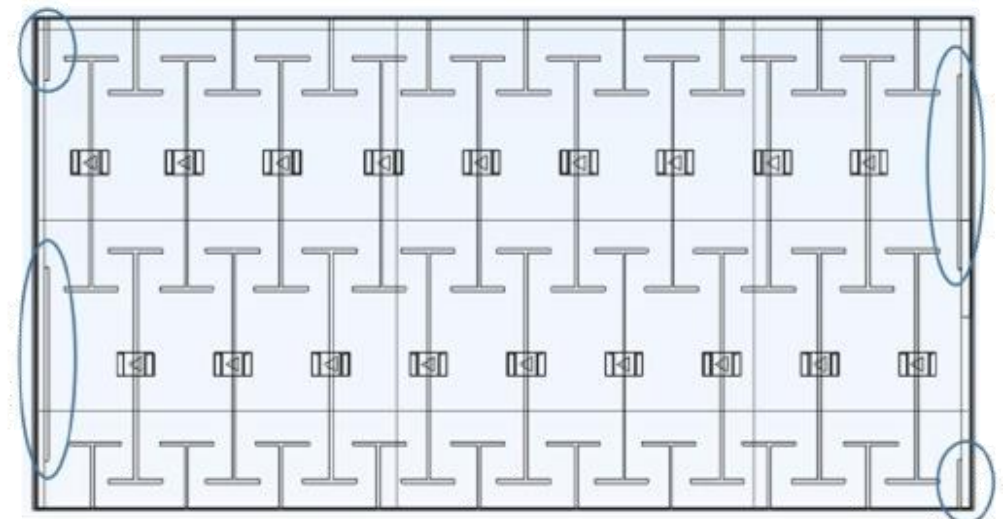
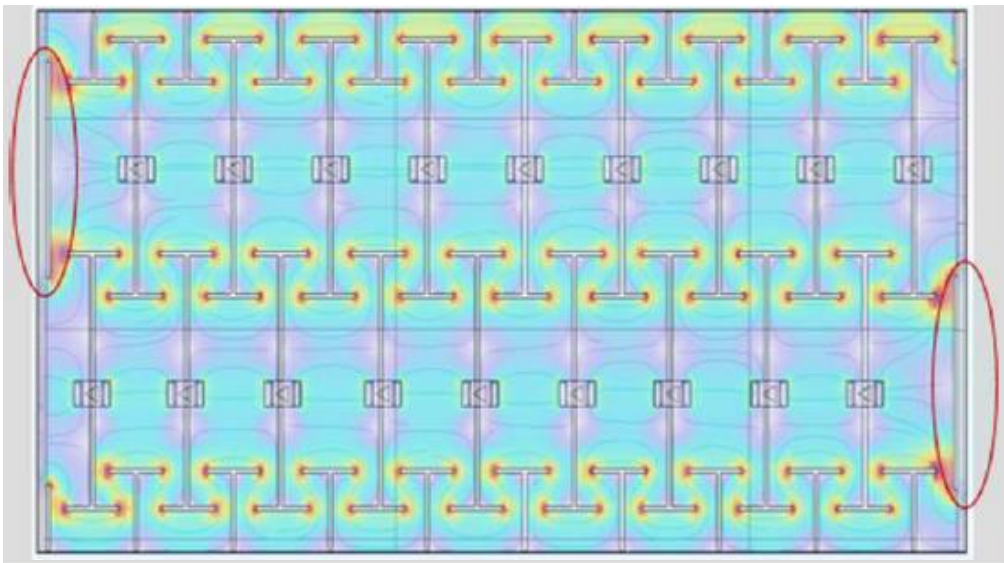
- Neugeborenenengelbsucht bei 60 % der Säuglinge, davon müssen ca. 10 % aktiv behandelt werden
 - Üblicherweise stationäre Behandlung im Inkubator oder im Nest
 - Bestrahlung mit blauem Licht ($\lambda = 455 \text{ nm}$)
- **Aktiv leuchtende, sensorgesteuerte Verbundmaterialien sollen in einen Body zur Therapie eingesetzt werden können**

Vorteile:

- körpernahe Behandlung
- Bonding
- ambulante Versorgung



Weiterentwicklung für medizinische Anwendung



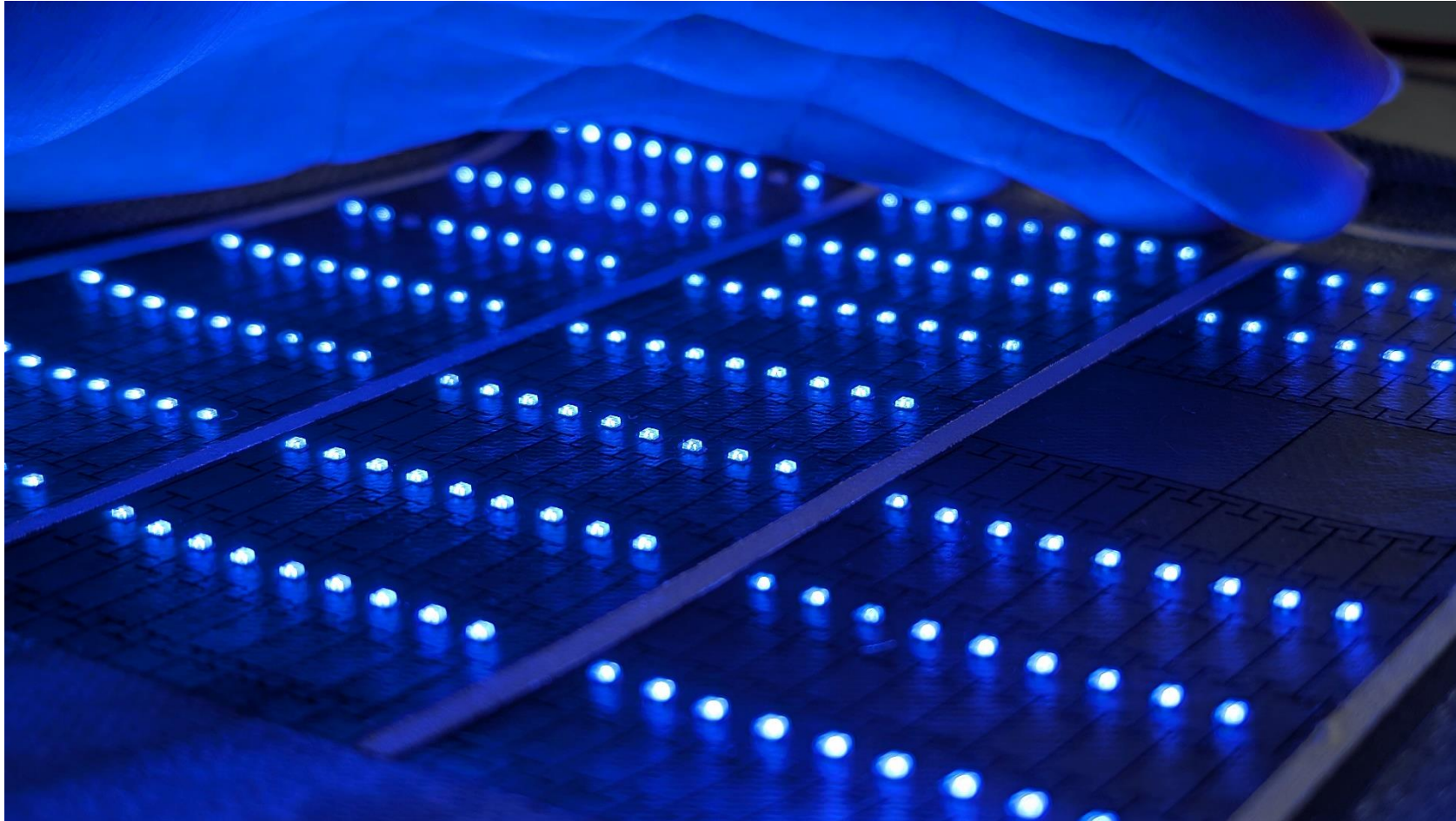
Umsetzung der Demonstratoren

4. Bestückung mit LEDs



Umsetzung der Demonstratoren

4. Bestückung mit LEDs



F&E für smart textiles und smart compounds

Polymerdispersionen/
Flüssigkautschuke

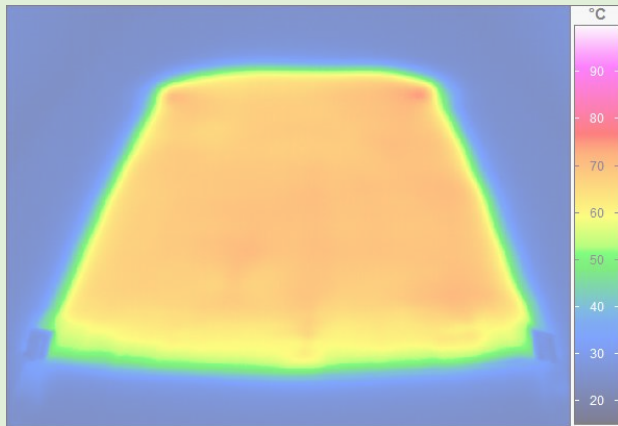


CNT/Graphen/Carbonfasern/
Metallmikropartikel



Leitfähiges und
flexibles Polymer

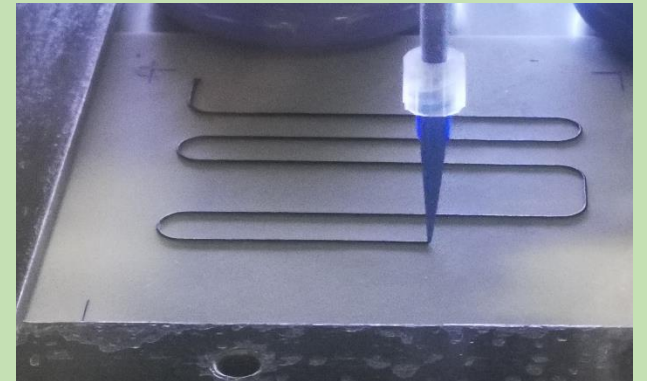
Flächenheizungen



Leuchtflächen

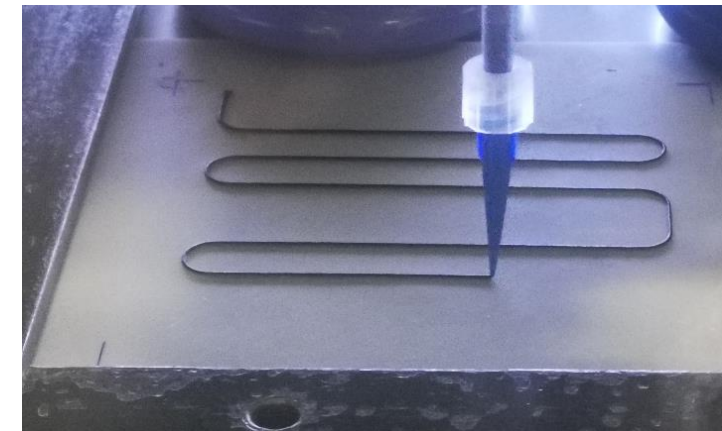
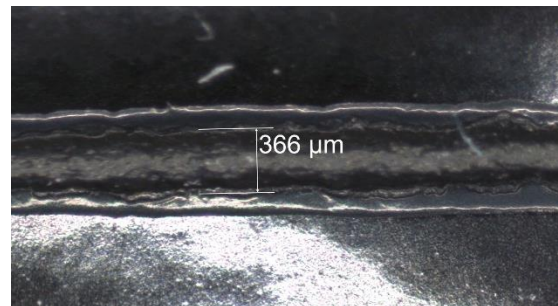
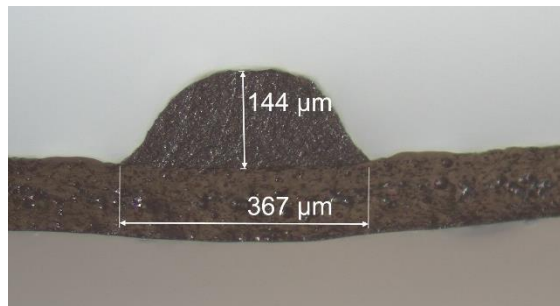
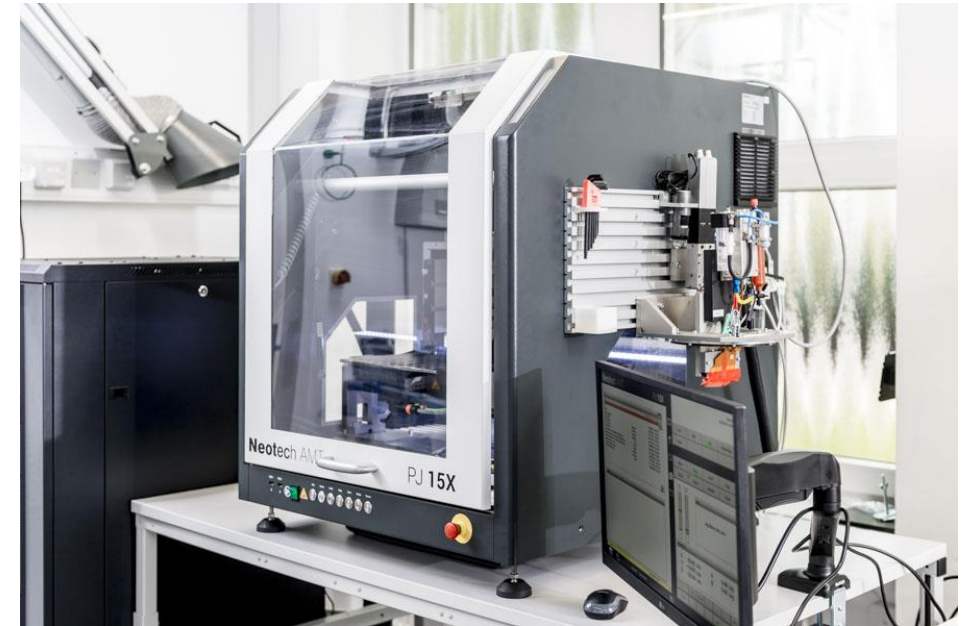


Gedruckte Elektronik



Digitaldruck leitfähiger Formulierungen

- Nutzung eines modularen 5-Achs-Drucksystems für Digitaldruck auf 2- und 3-dimensionalen Substraten
 - Piezo-Jetting
 - Microdispensing
 - Inkjet



Flexibler Drucksensor

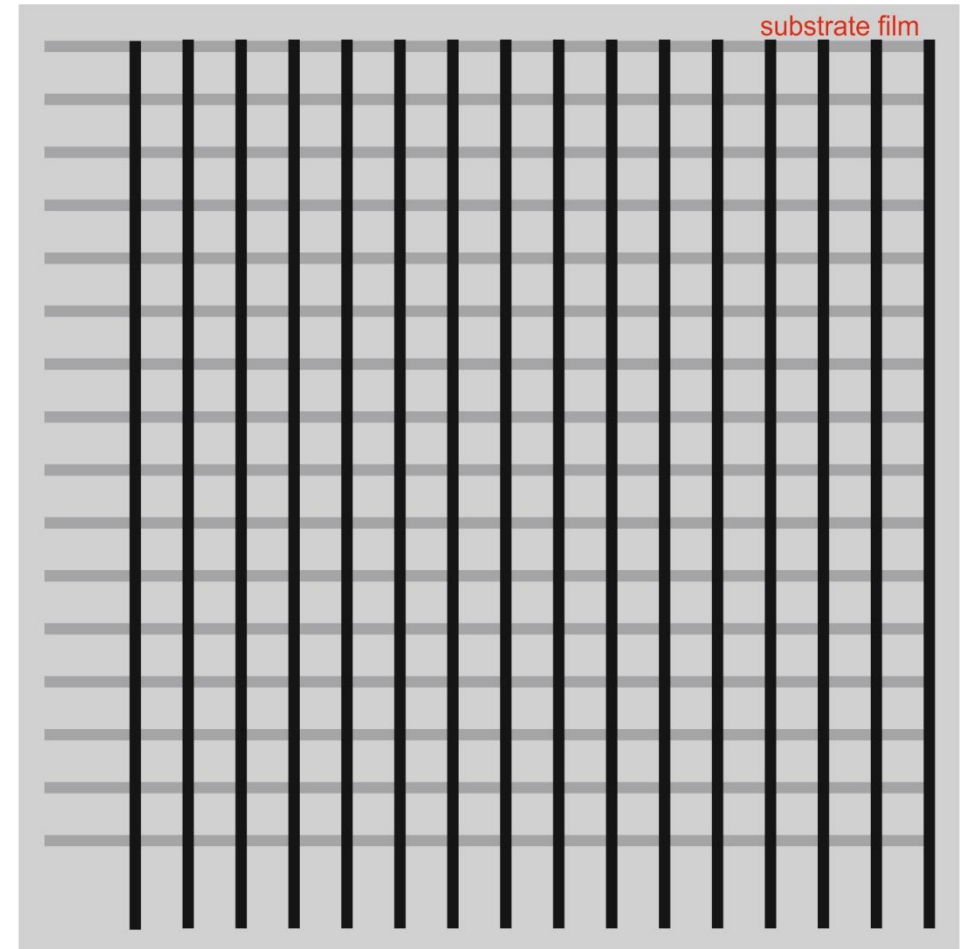
Concept of sensor

Querschnitt Sensormatrix

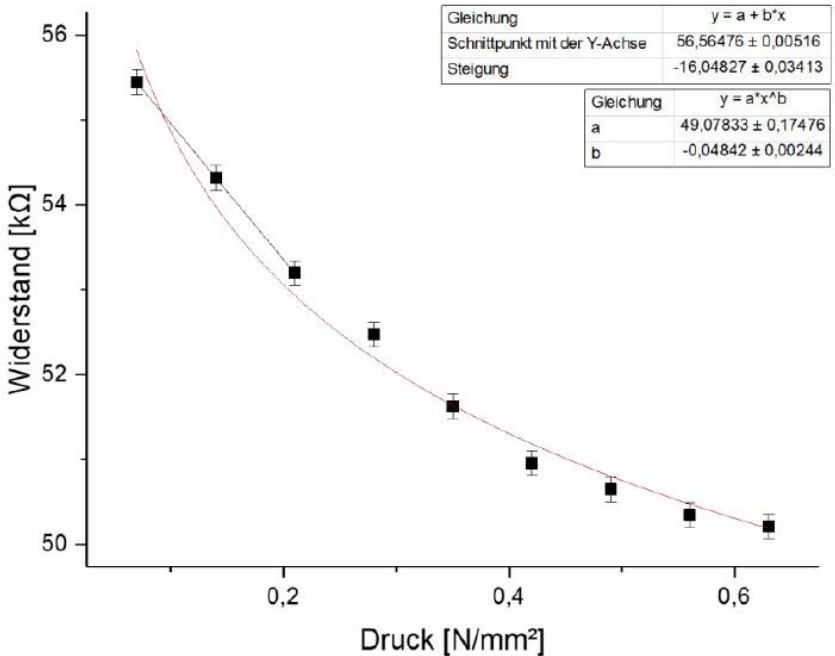
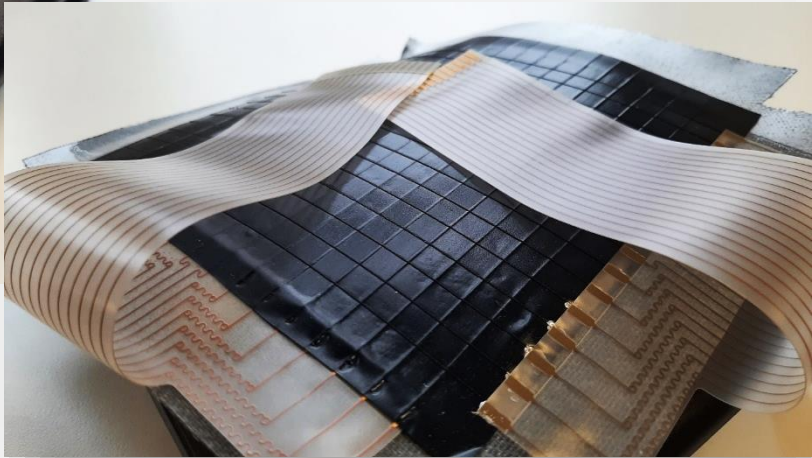
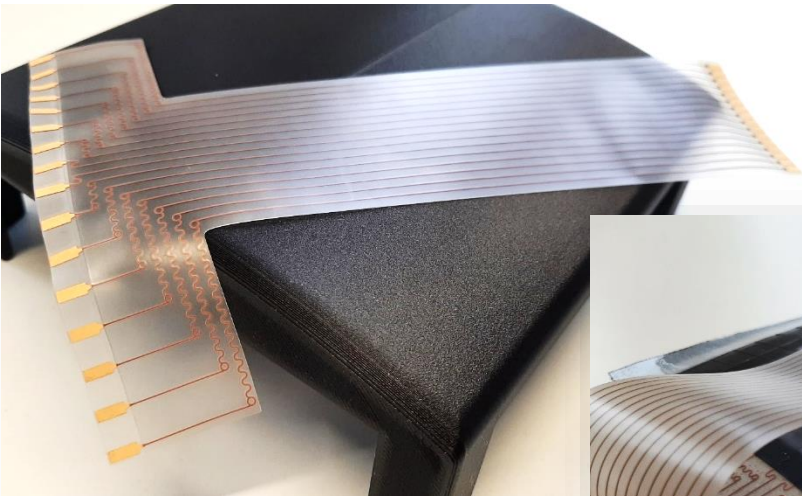
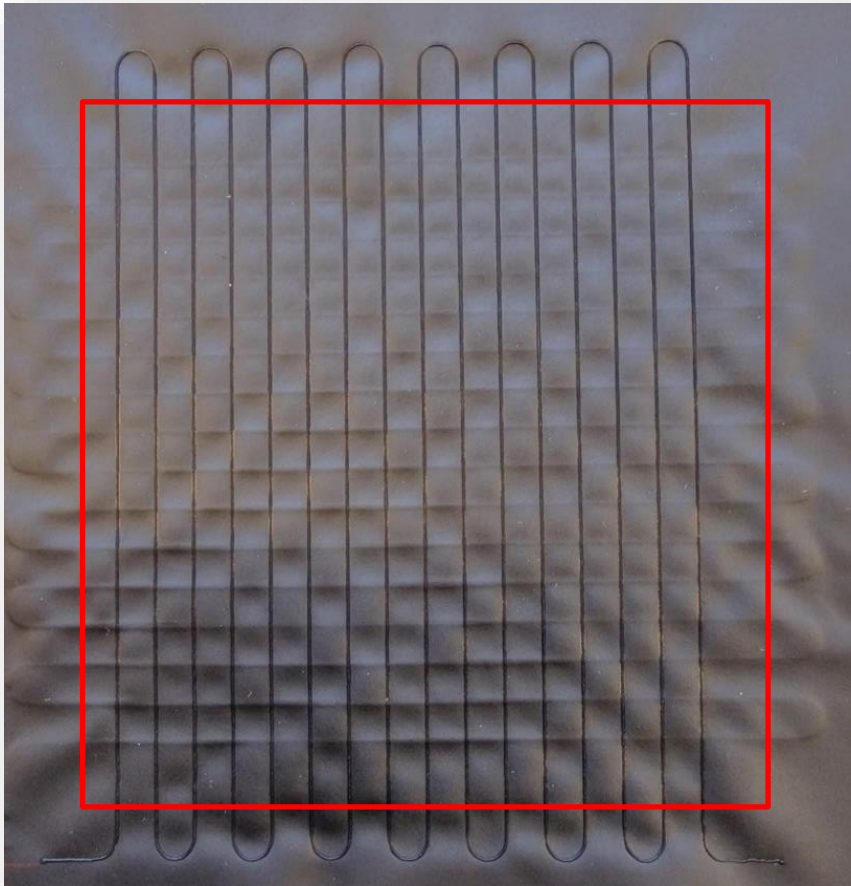


- Widerstandssensor
 - CNT gefüllte Leiterbahnen
 - Substratfolie mit geringer Leitfähigkeit
 - Dicke ca. 100 μm
 - Elastizität
 - 16x16 Messpunkte auf der Fläche
 - bei Druckausübung kann Änderung des Widerstandes gemessen werden

Draufsicht Sensormatrix

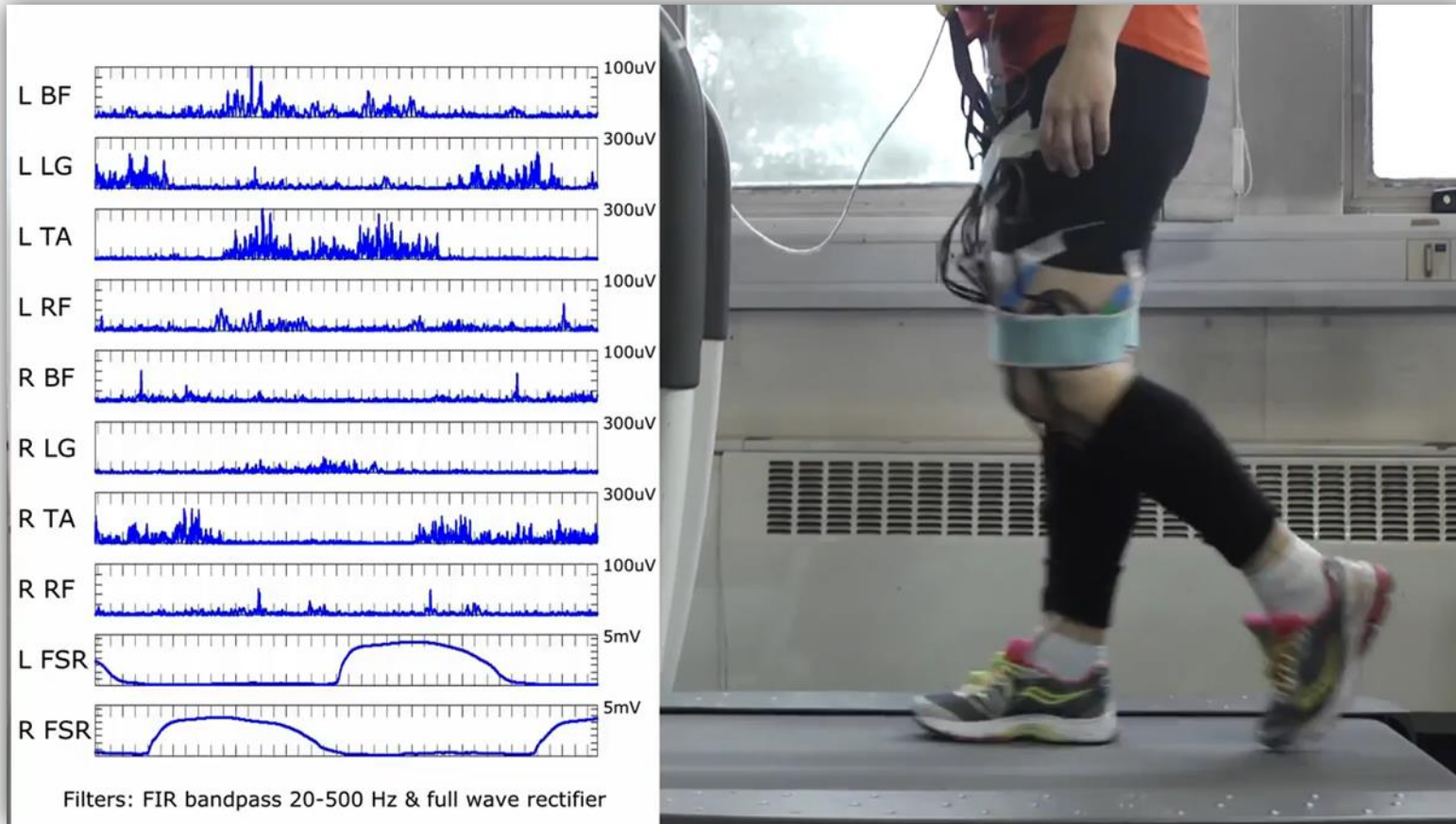


Sensorumsetzung



Elektroden Arrays zur Messung der Muskelaktivität

Elektromyographie (EMG) in der Funktionsdiagnostik

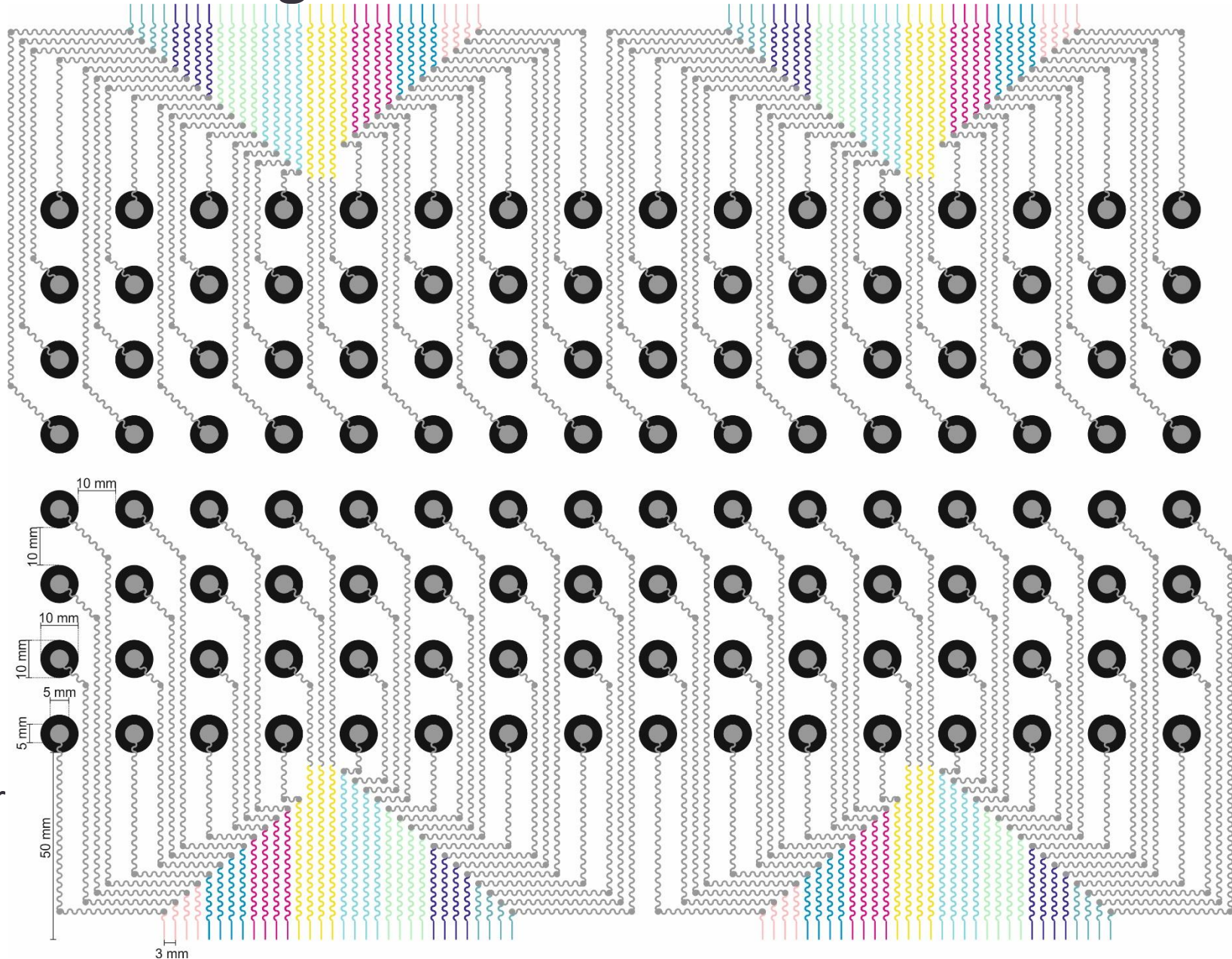


- Erfassung Muskelkoordination
- Objektive Messung
- Exakte Platzierung von Elektroden notwendig
- Hoher Geräteaufwand durch viele Elektroden
- Signalkomplexität für schnelle Analysen hoch

Elektroden Arrays zur Messung der Muskelaktivität

Gedruckte EMG-Manschette

- Array bestehend aus 16 x 8 Elektroden
 - rund, 10 mm Durchmesser
- Organisation in 4 kleineren Einzelarrays
 - Skalierbarkeit
- Leiterbahnen für die Signableitung hin zur Peripherie
 - Ausführung mäandrierend
- gesamtes Array auf Silikonbasis zur Gewährleistung der Elastizität



Vertikaler Aufbau des Arrays

Druck der Elektroden



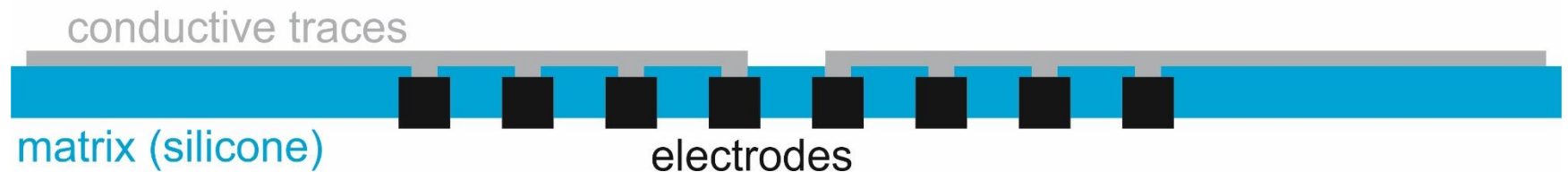
Streichbeschichtung
Silikon-Matrixfolie



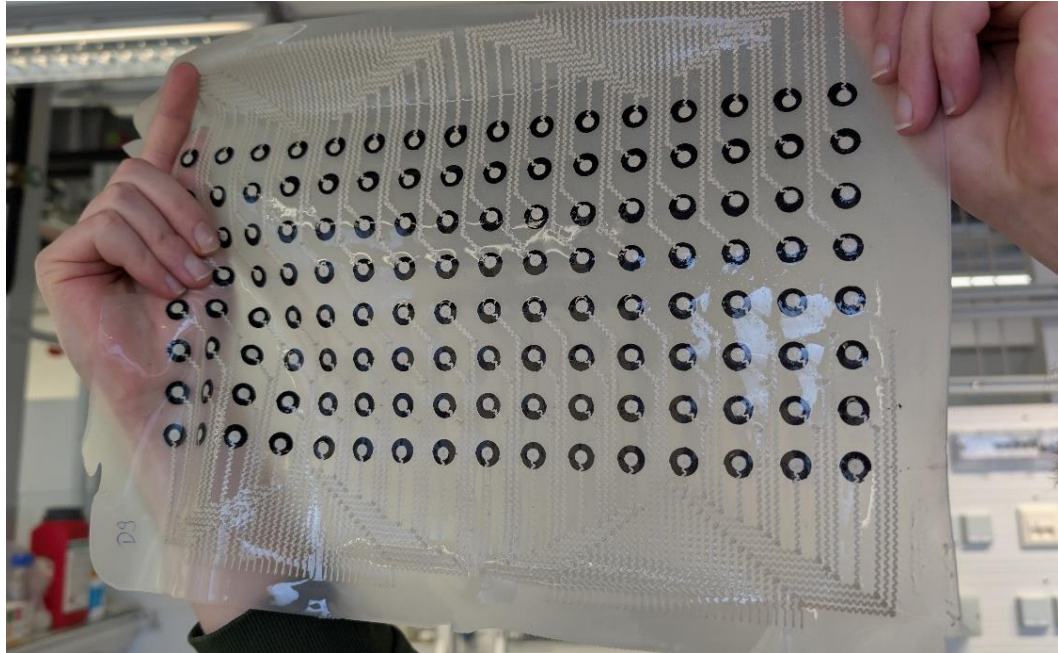
Laserstrukturierung



Druck der Leiterbahnen
und Kontaktierungspunkte



Gedruckte Elektrodenarrays



F&E für smart textiles und smart compounds

Polymerdispersionen/
Flüssigkautschuke

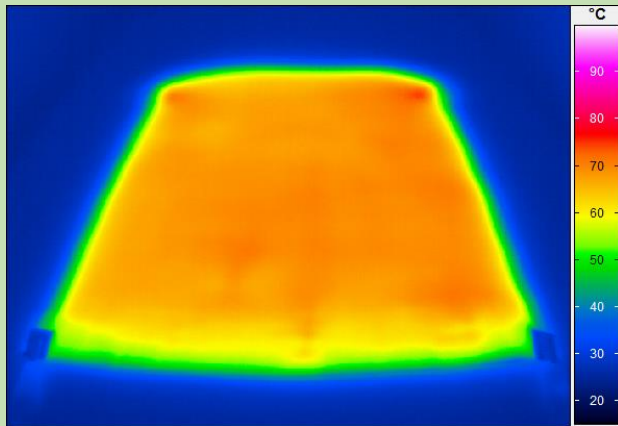


CNT/Graphen/Carbonfasern/
Metallmikropartikel

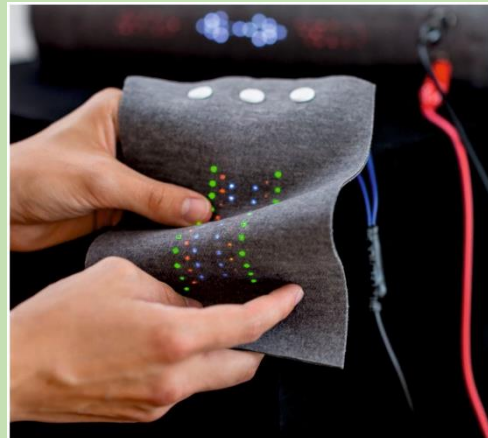


Leitfähiges und
flexibles Polymer

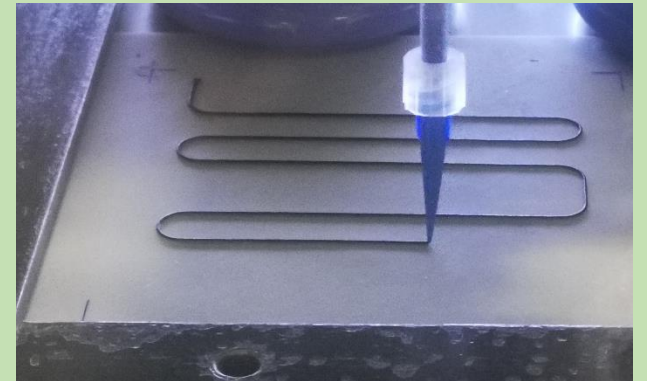
Flächenheizungen



Leuchtfächen



Gedruckte Elektronik



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Dr. Martin Heise

FILK Freiberg Institute gGmbH

Meißner Ring 1-5

09599 Freiberg

phone +49 (0) 3731 366 227

E-Mail martin.heise@filkfreiberg.de

Internet www.filkfreiberg.de

