STRETCH.FLEX 2.0 – WIR DEHNEN DIE GRENZEN DES DESIGNS!

Ann-Kathrin Kächele & Michael Matthes
Co- Autor: Jürgen Wolf

WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT

AGENDA

STRETCH.flex 2.0 – wir dehnen die Grenzen des Designs!

1. Rückblick
2. Ergebnisse Dehnbarkeit
3. Layouting im EDA-Tool
4. Bestückung
5. Anwendungsbeispiele

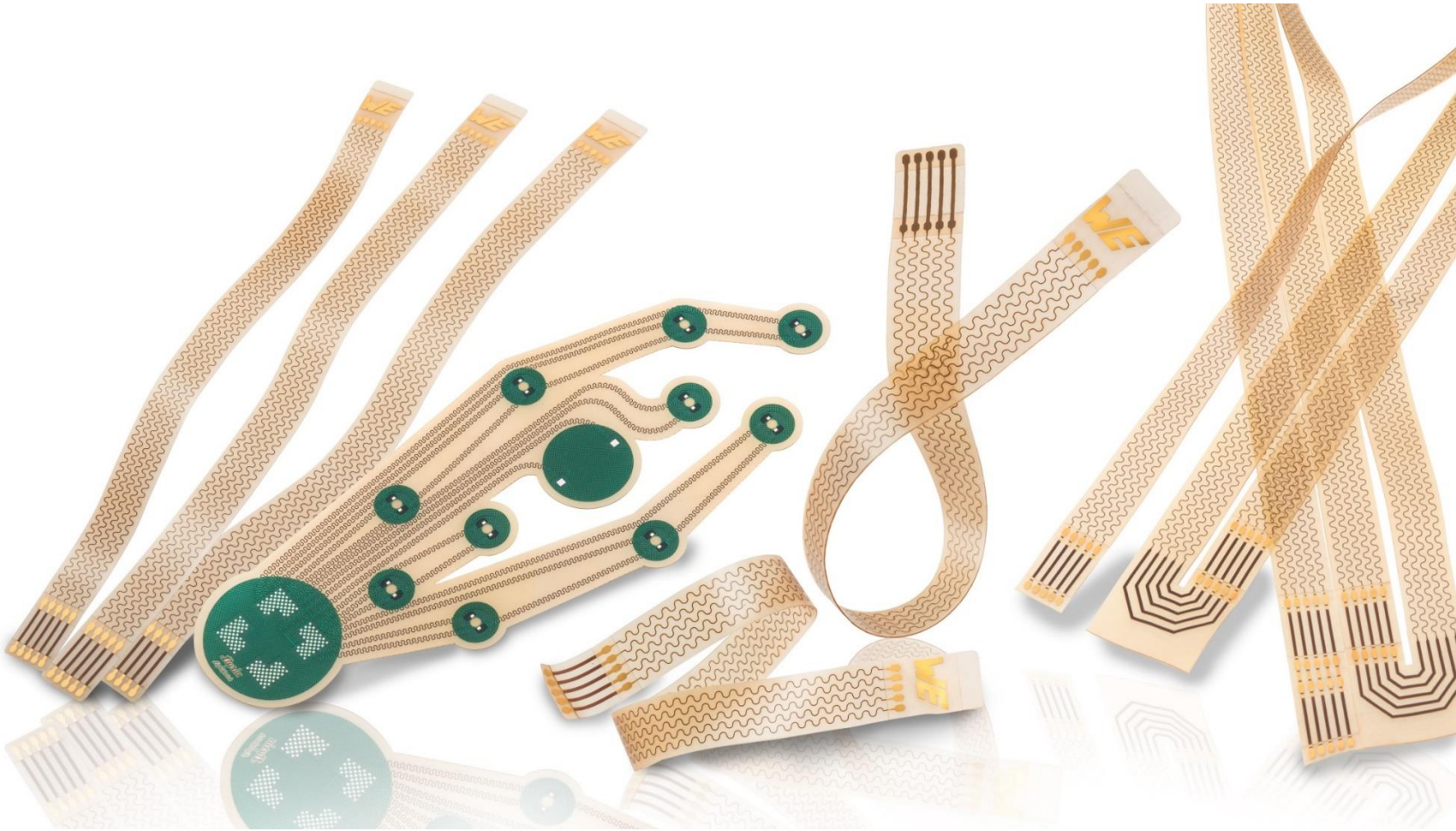
Michael Matthes
WEdesign / Specialist
Layout and Measurement

Ann-Kathrin Kächele
ASC/ Technische Projektmanagerin

AGENDA

STRETCH.flex 2.0 – wir dehnen die Grenzen des Designs!

1. **Rückblick**
2. Ergebnisse Dehnbarkeit
3. Layouting im EDA-Tool
4. Bestückung
5. Anwendungsbeispiele

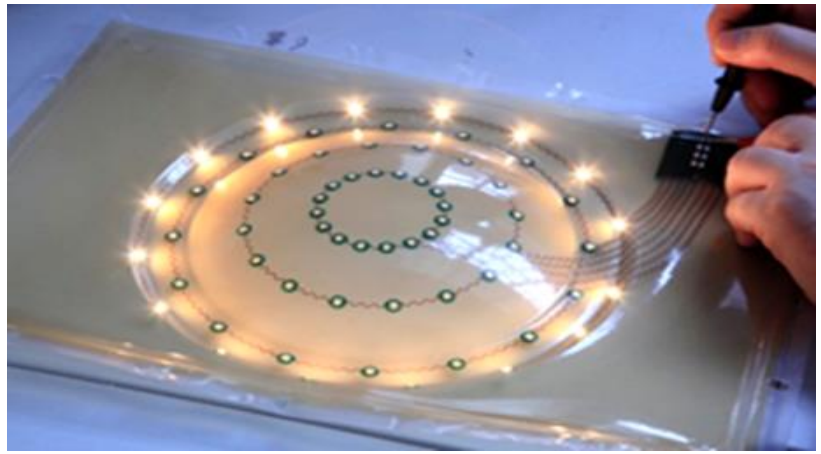


Rückblick

- thermoplastisches Polyurethan (TPU) als neues Basismaterial mit laminiertem Kupfer
- Ausführung der Leiterbahnen gewöhnlich in Mäanderform zur Realisierung der Dehnbarkeit
- vielseitige Weiterverarbeitungsmöglichkeiten z.B. Tiefziehen, Hinterspritzen, Laminieren, etc.
- Breites Eigenschaftsprofil von TPU z.B. hautfreundlich, frei von Weichmachern, UV- und strahlungsbeständig

Auf Textil laminiert

Quelle: Fraunhofer IZM



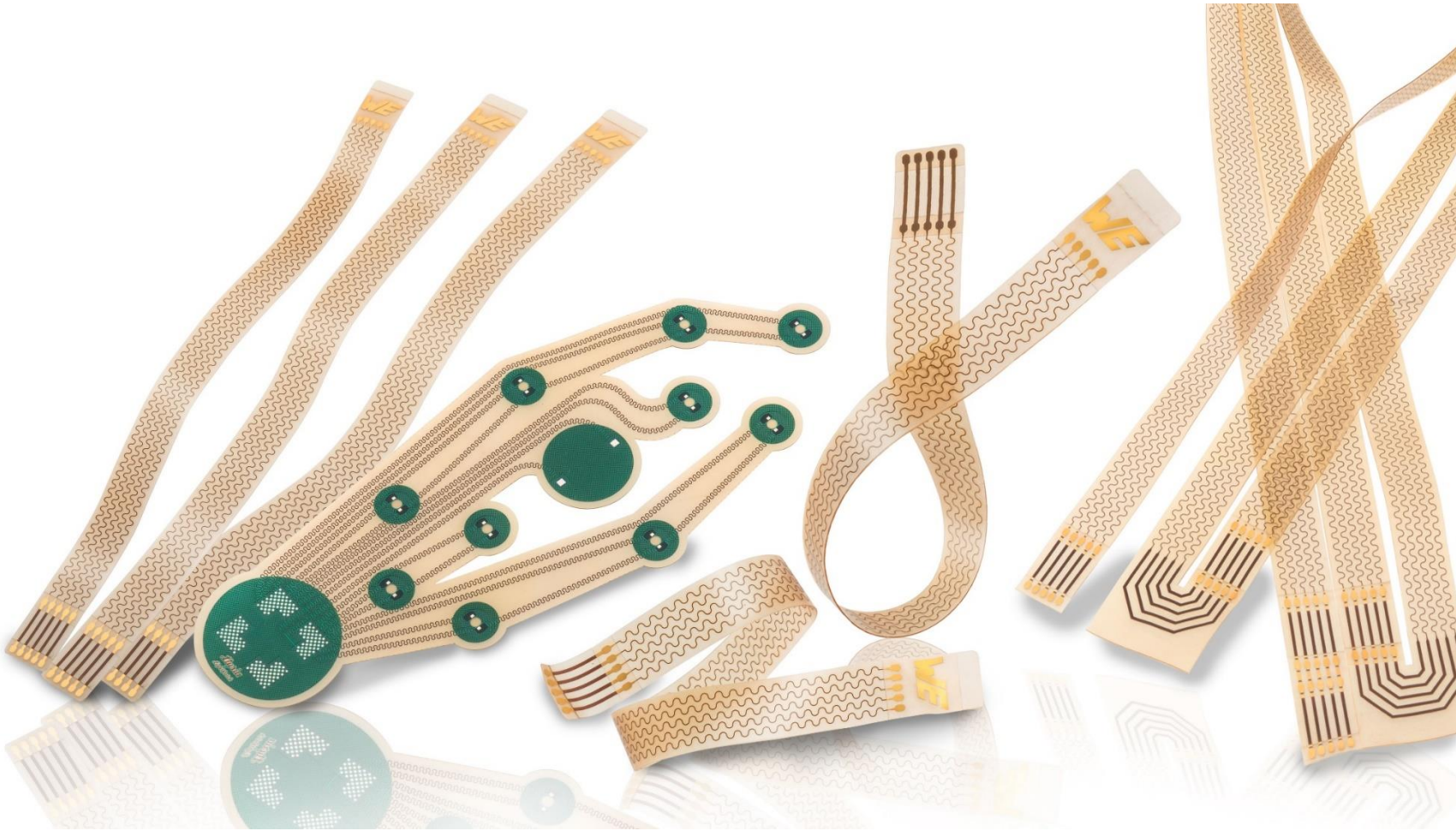
Beispiel „Conformable Electronics“

Quelle: Fraunhofer IZM

AGENDA

STRETCH.flex 2.0 – wir dehnen die Grenzen des Designs!

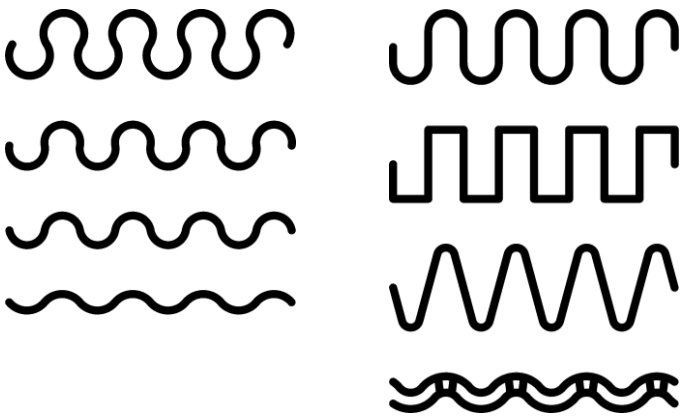
1. Rückblick
2. **Ergebnisse Dehnbarkeit**
3. Layouting im EDA-Tool
4. Bestückung
5. Anwendungsbeispiele



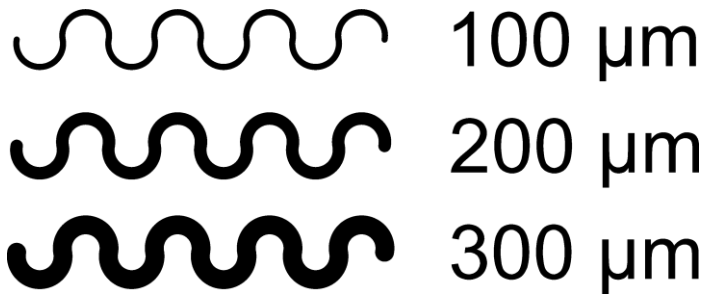
GRUNDLAGEN

Designmöglichkeiten

- Dehnbarkeit der Kupferleiter durch Mäanderstrukturen

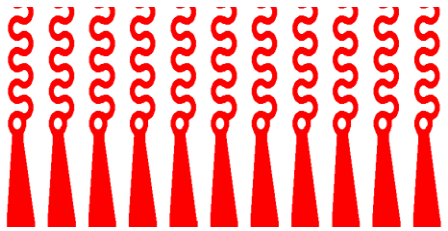


- Leiterbahnbreite und Dicke

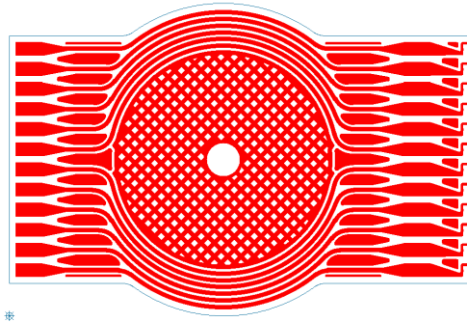


- Endkupferstärke
  - 18 µm
  - 35 µm

- Übergang zwischen starrem und dehnbaren Bereich

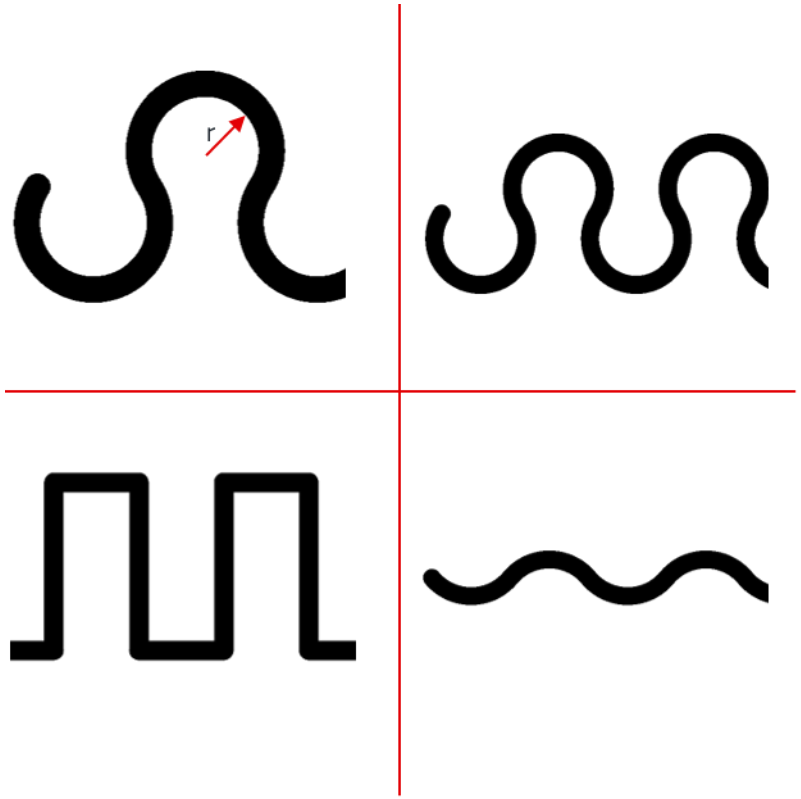


Donut-Struktur



Zusätzliche Kupferstruktur

DEHNBARKEIT – GROBANALYSE MÄANDERSTRUKTUR

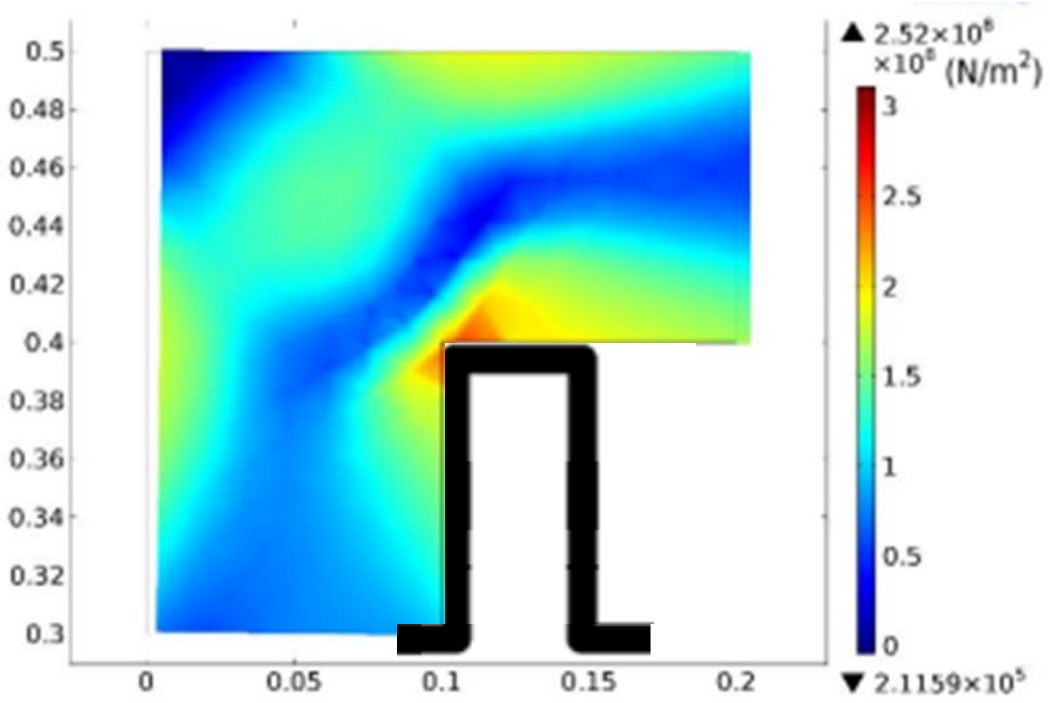


Mäanderstyle*	Zyklen 5%	Zyklen 10%	Zyklen 20%
Horseshoe groß	2650	509	92
Horseshoe klein	4499	742	129
Rechteck	8585	1122	139
Welle	2288	406	61

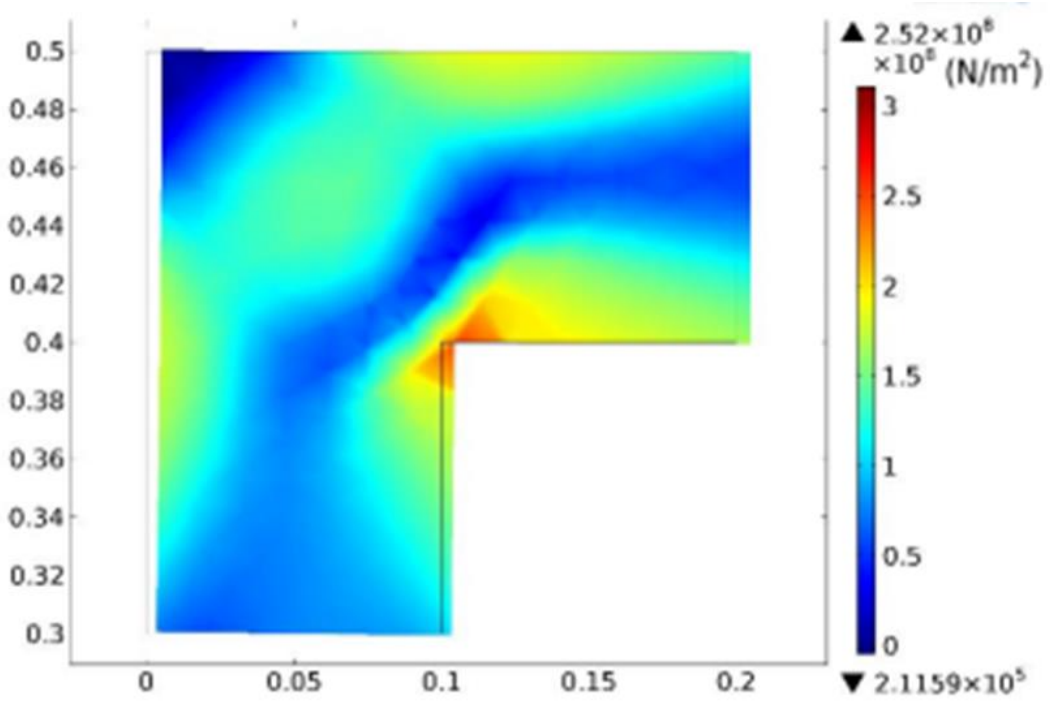
Je größer die Dehnung, desto weniger Zyklen können erreicht werden.
Bestes Resultat: Rechteckige Struktur

*Quelle: Auftragsuntersuchung Fraunhofer IZM

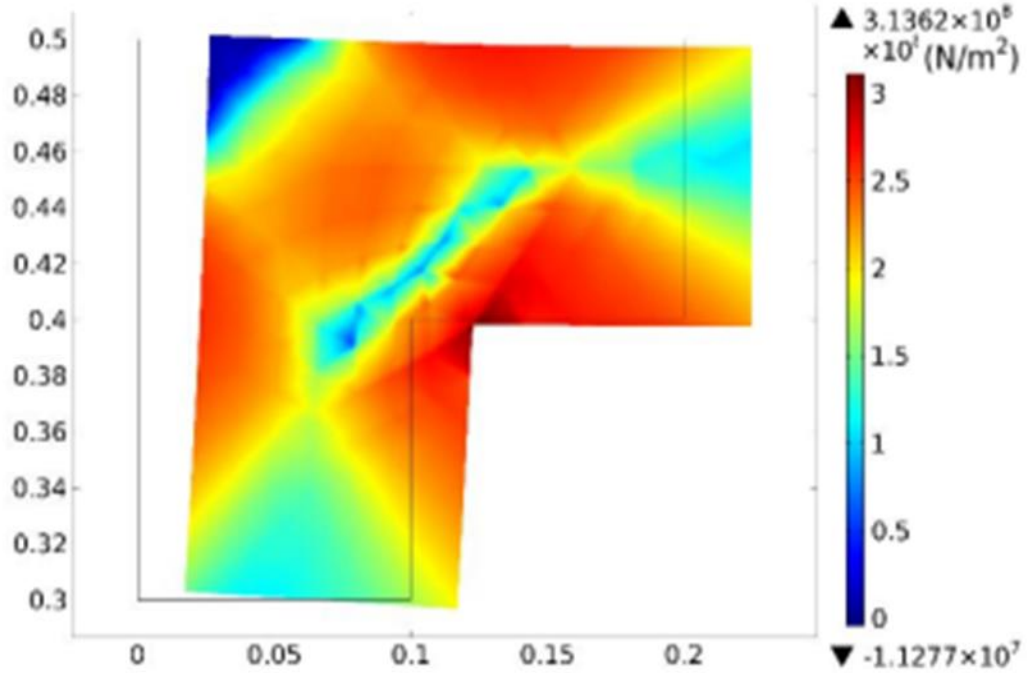
DEHNBARKEIT – GROBANALYSE MÄANDERSTRUKTUR



DEHNBARKEIT – GROBANALYSE MÄANDERSTRUKTUR



1% Dehnung

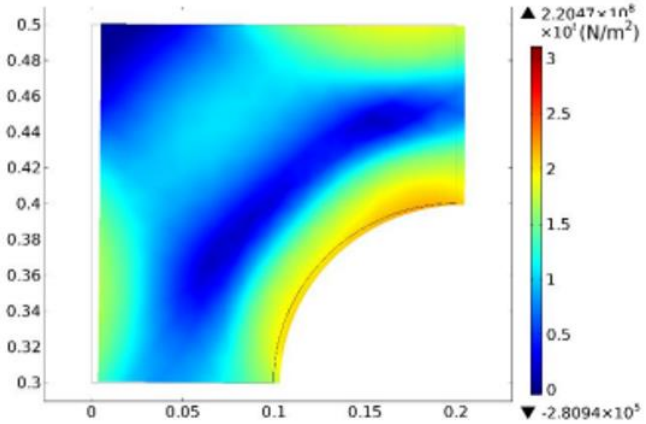


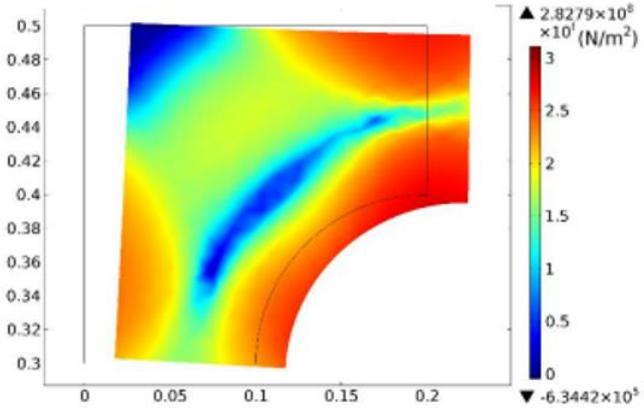
5% Dehnung

DEHNBARKEIT – GROBANALYSE MÄANDERSTRUKTUR

- Durch FEM-Simulation werden Radien der Rechtecke angepasst
- Ziel: Optimierungspotential aufzeigen

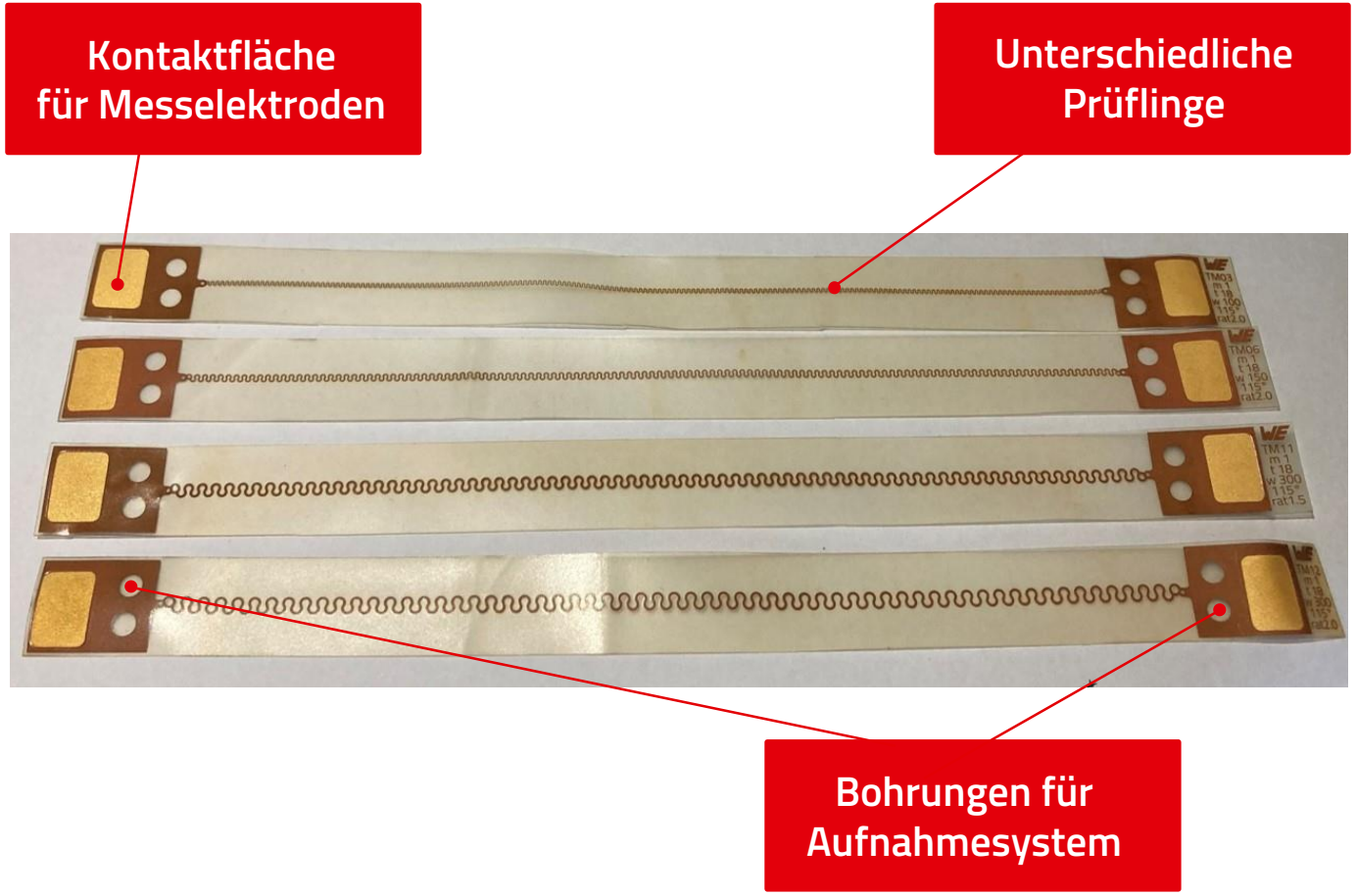
Bei 100 µm Radius sinken Spannungswerte um ca. 10%





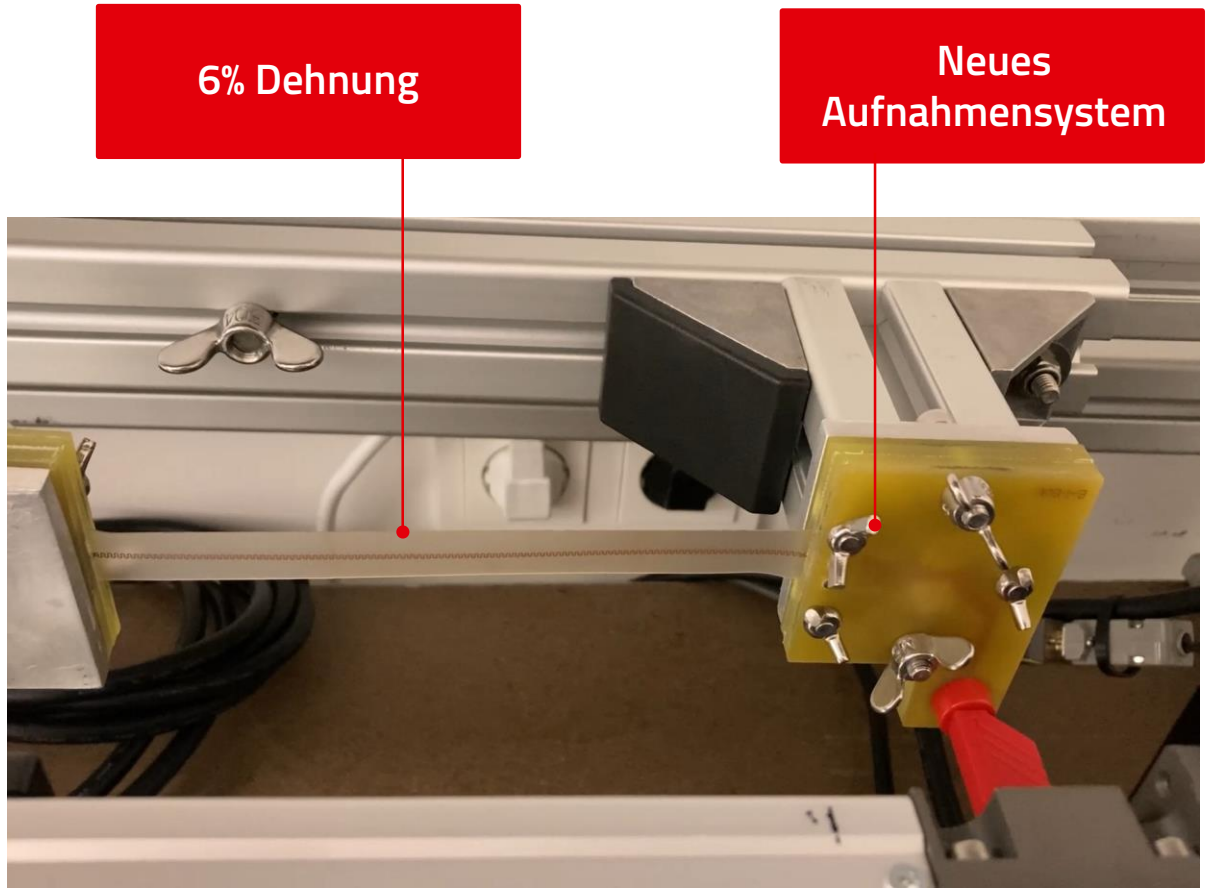
DEHNBARKEIT - FEINANALYSE

- Verbesserter Aufbau der Dehnanlage und der Aufnahmen
- Physikalisch ca. 1200 Mäander-Strukturen geprüft
- Unterscheidung hinsichtlich
  - Leiterbreite
  - Öffnungswinkel
  - Verhältnis zwischen Breite und Abstand
  - Mäander



DEHNBARKEIT - FEINANALYSE

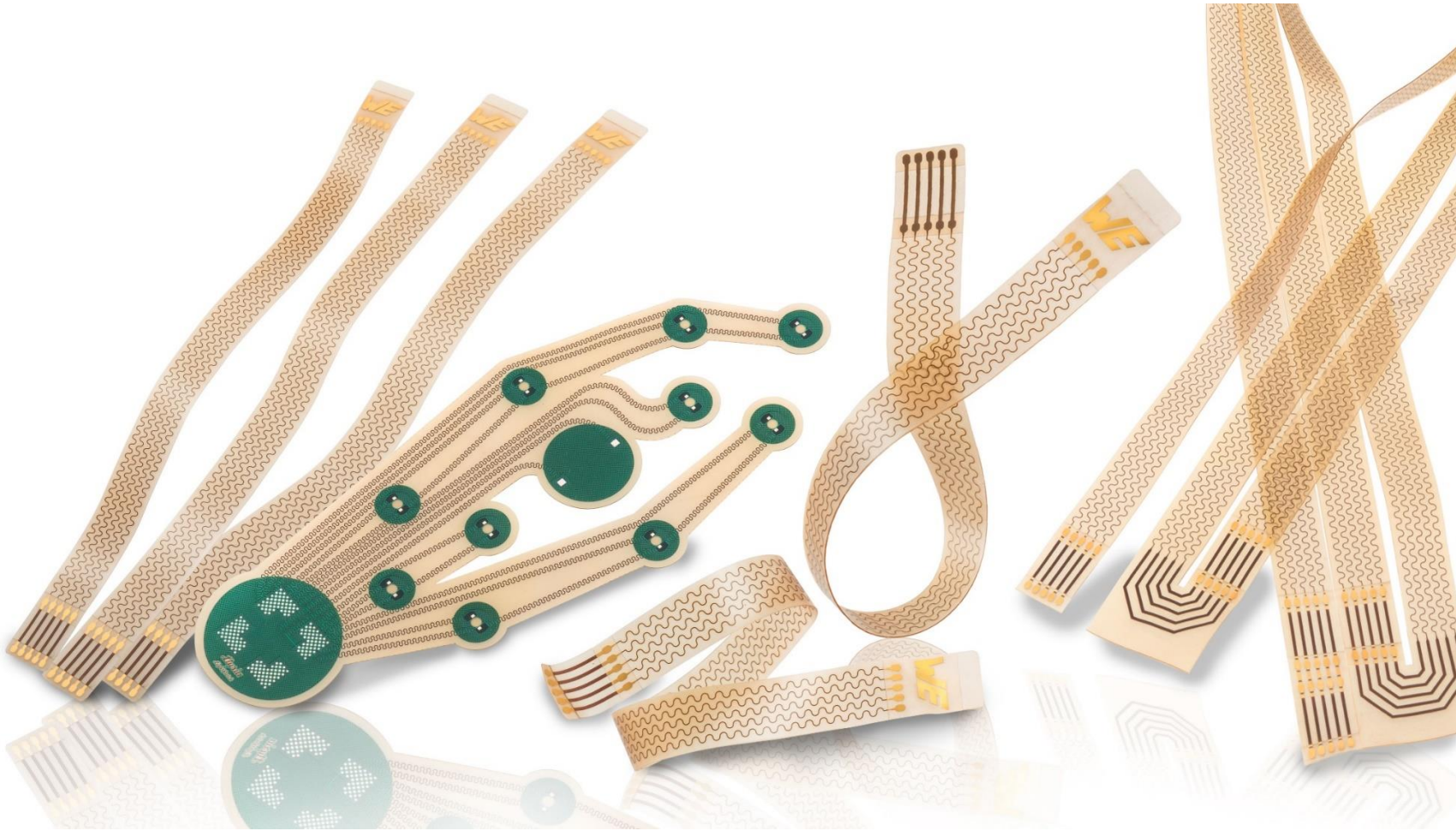
- Gemessen wird der Widerstand an den minimalen und maximalen Dehnpunkten
- Vielversprechende Layouts werden mit FEM Simulation simuliert
- Prüfungen still on going…



AGENDA

STRETCH.flex 2.0 – wir dehnen die Grenzen des Designs!

1. Rückblick
2. Ergebnisse Dehnbarkeit
3. **Layouting im EDA-Tool**
4. Bestückung
5. Anwendungsbeispiele



DESIGN TOOLMÖGLICHKEITEN

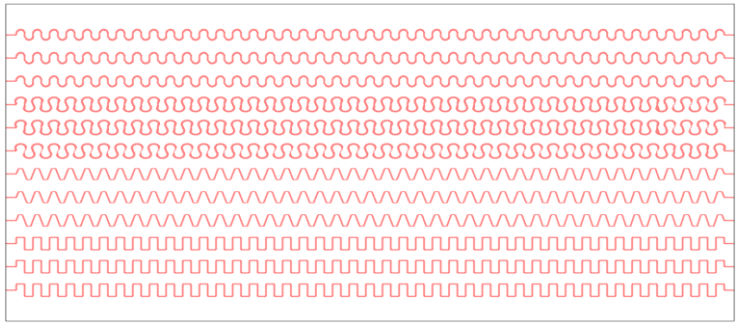
Mäanderstrukturen im Tool generiert

Live - Demo

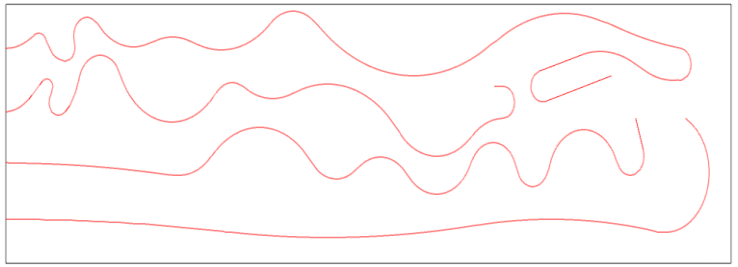
DESIGN TOOLMÖGLICHKEITEN

Mäanderstrukturen im Tool generiert

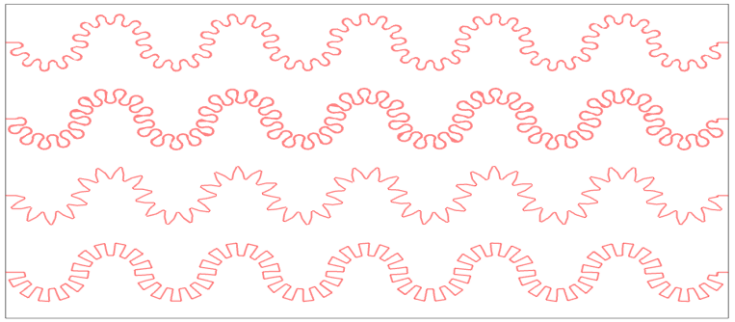
- unterschiedliche Mäanderstrukturen: Full Arc, Snake, Triangular und Square



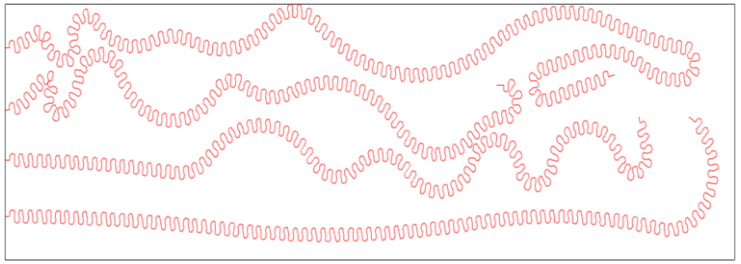
- beliebig geroutete und abgerundete Traces



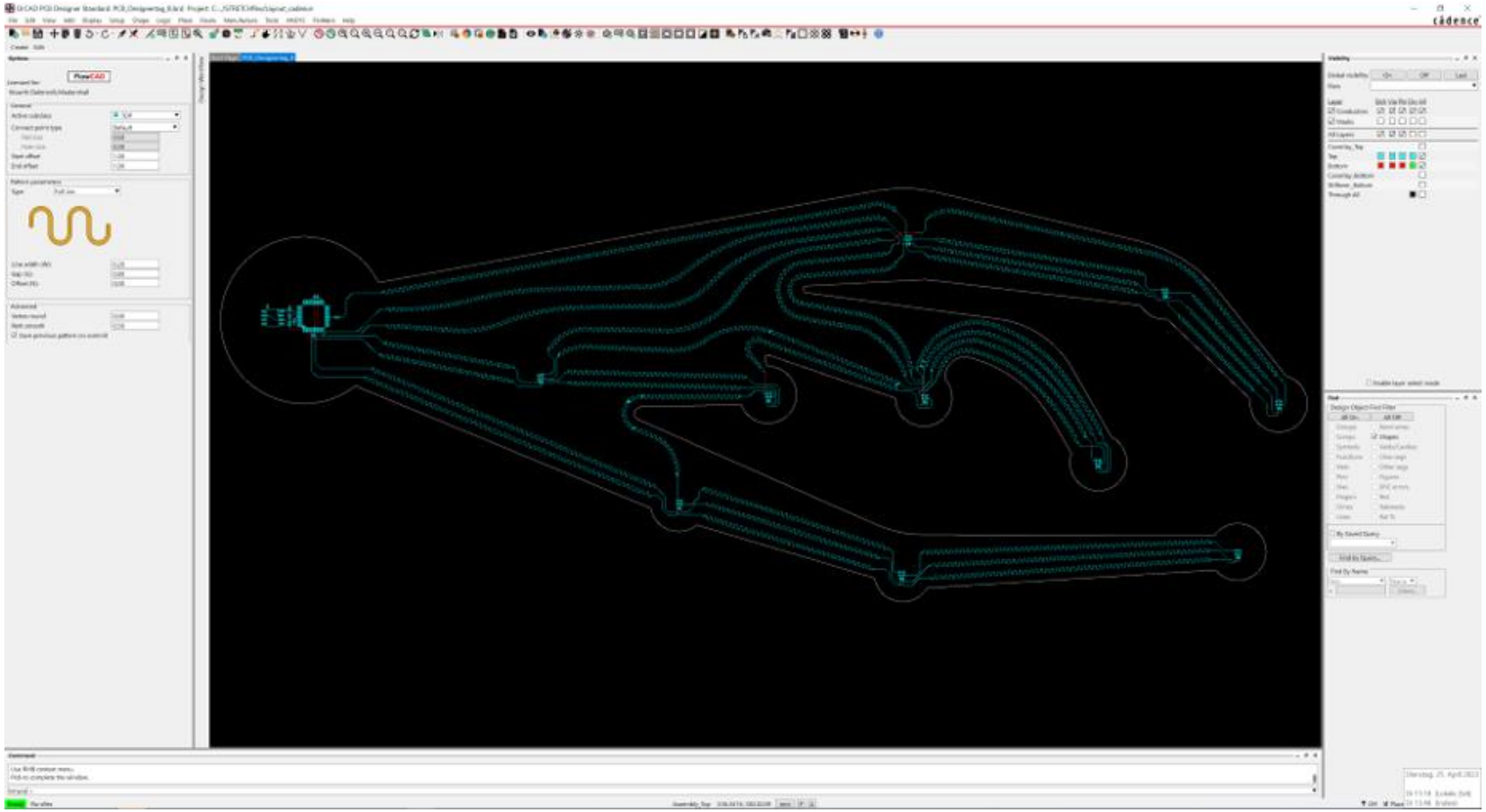
- verschiedene Mäander auf sinusförmig ausgelegte Grundstruktur angewandt



- Traces mit Full Arc - Mäandern überlagert

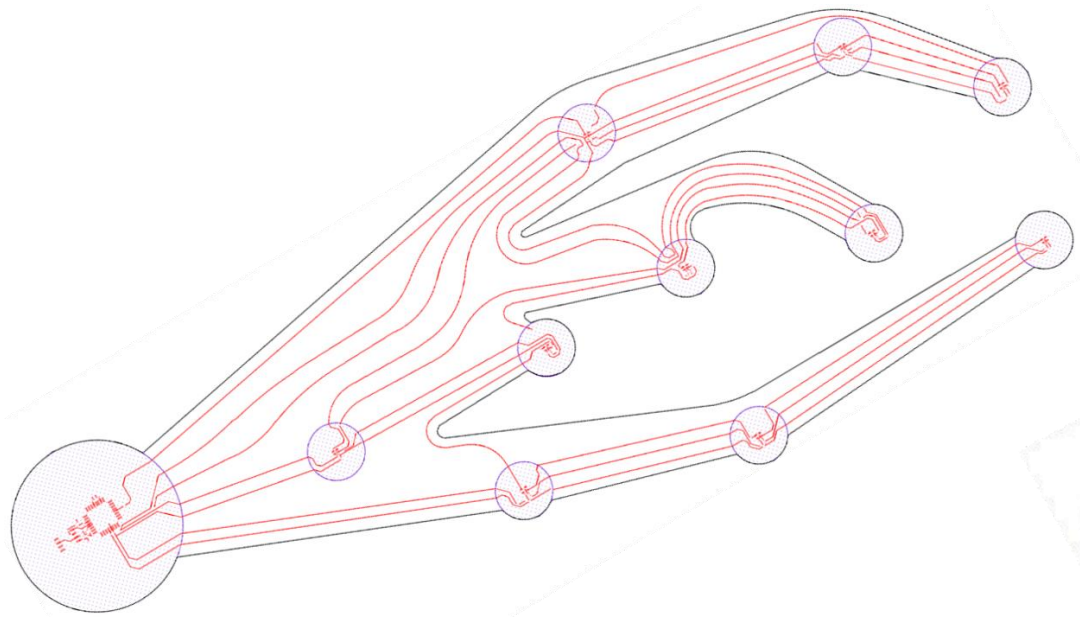


DARSTELLUNG IM EDA-TOOL

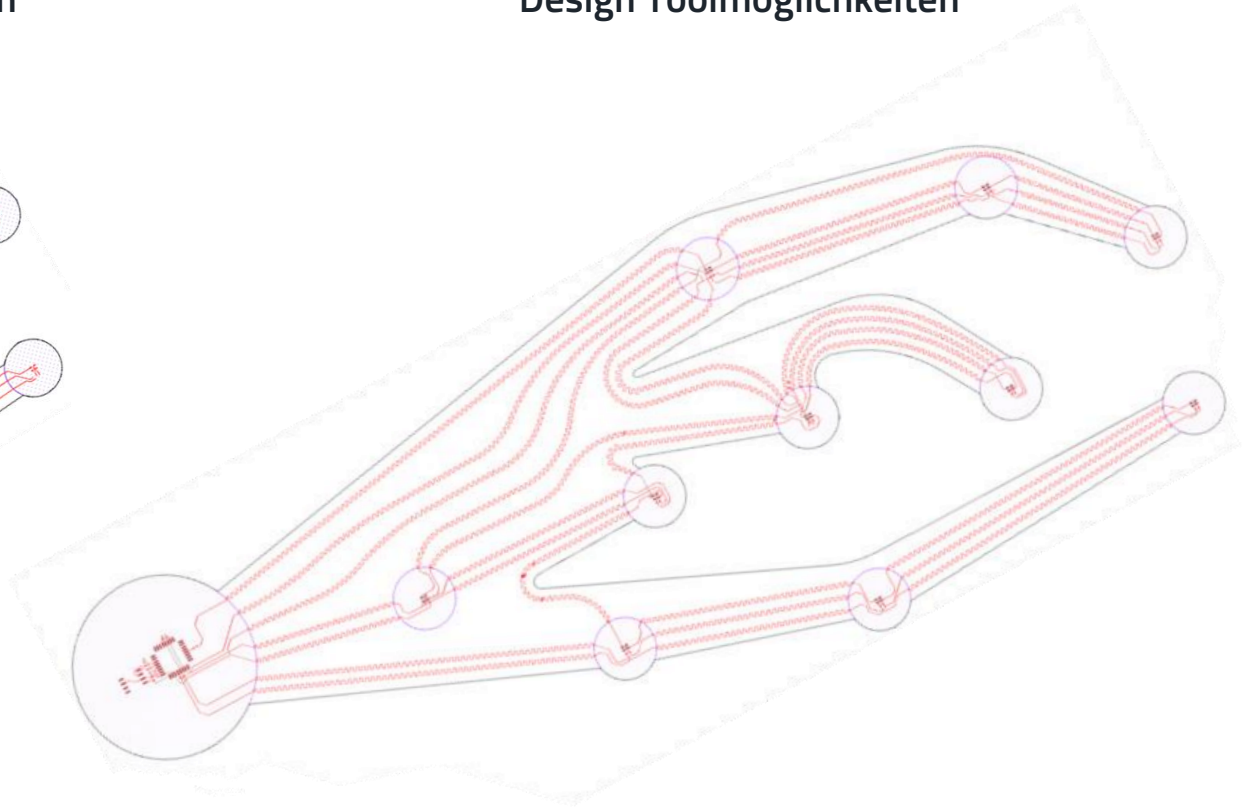


DESIGN TOOLMÖGLICHKEITEN

Vorbereitetes Stretch-Design mit abgerundeten Leitern



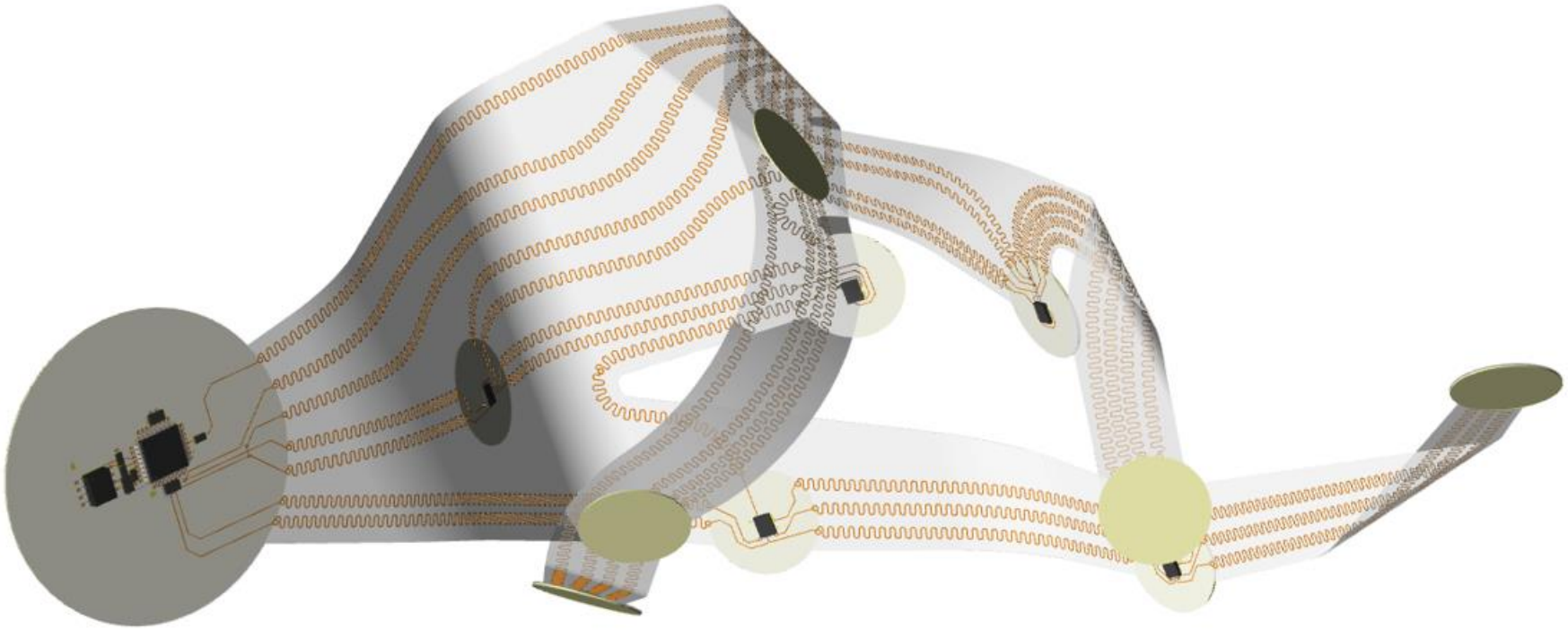
Design Toolmöglichkeiten



DESIGN TOOLMÖGLICHKEITEN

3D Modell

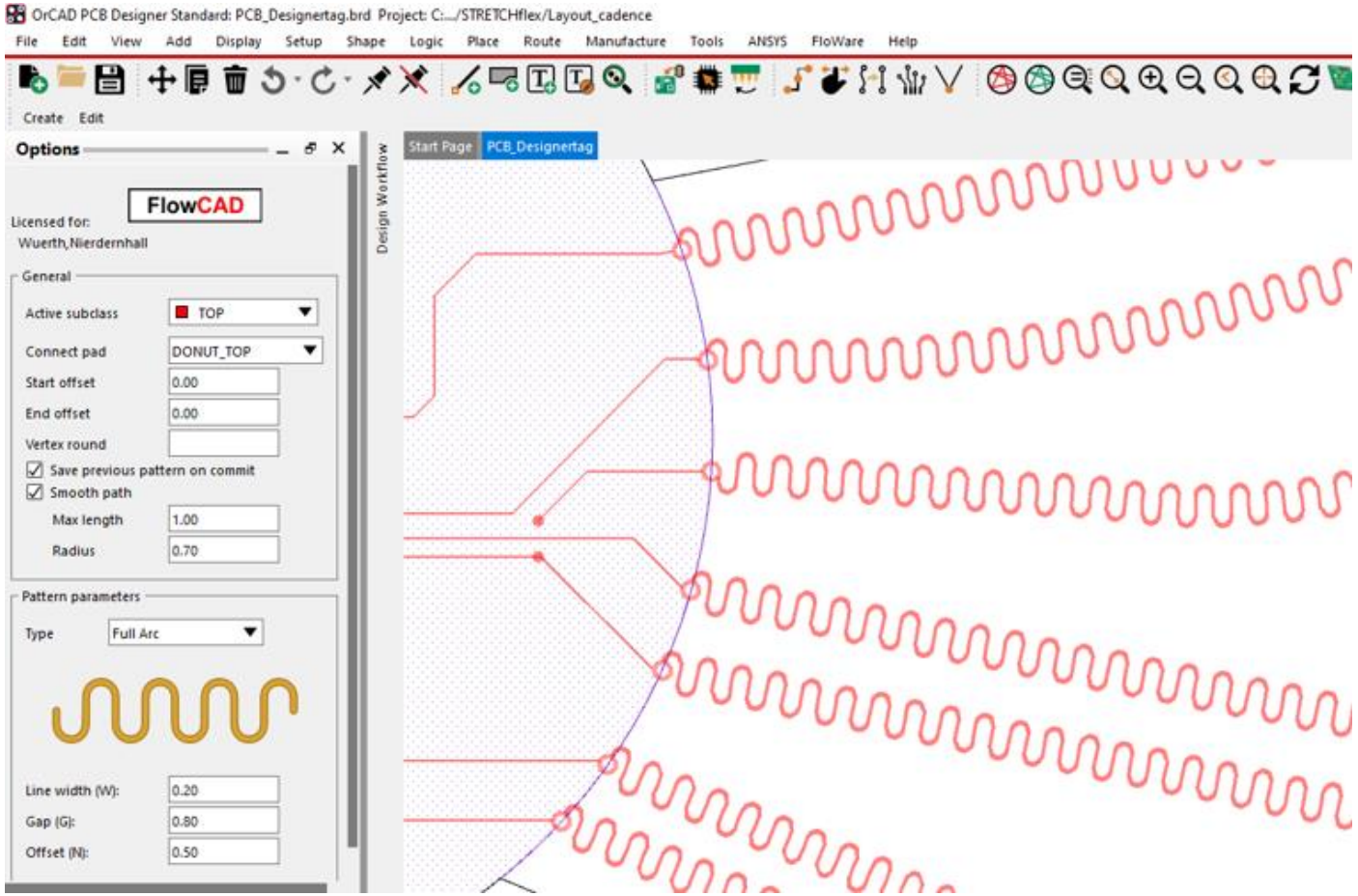
- beliebig gebogener und bis zu 15% gedehnter Schaltungsträger



DESIGN TOOLMÖGLICHKEITEN

Allegro

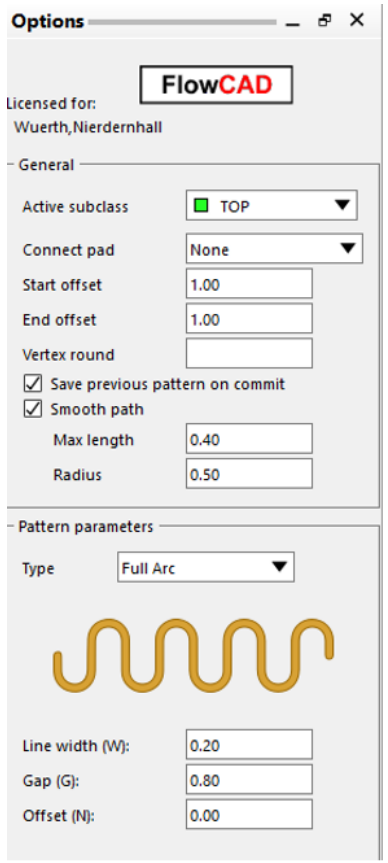
- Bedienpanel mit Auswahlmöglichkeit der unterschiedlichen Pattern und deren Parametern wie Linewidth, Space, Radius, Offset etc.
- In den Übergangsbereichen zwischen dehnbar und verstärktem Schaltungsträger befinden sich Donut-Strukturen, um einen definierten Übergang zu schaffen.
- Diese Übergangsbereiche werden durch Regionen/Shapes vordefiniert.

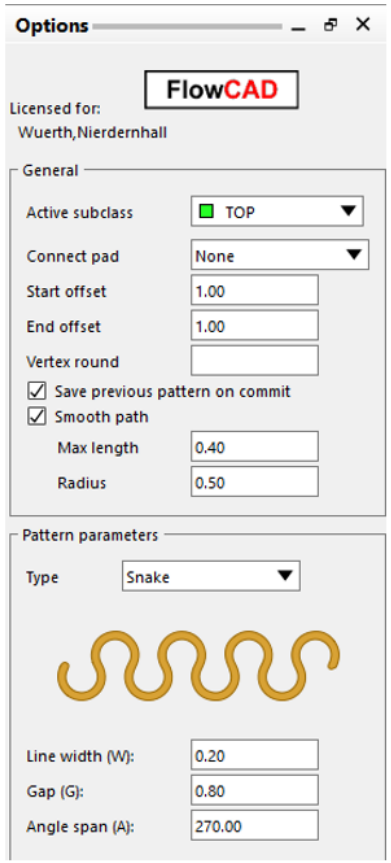


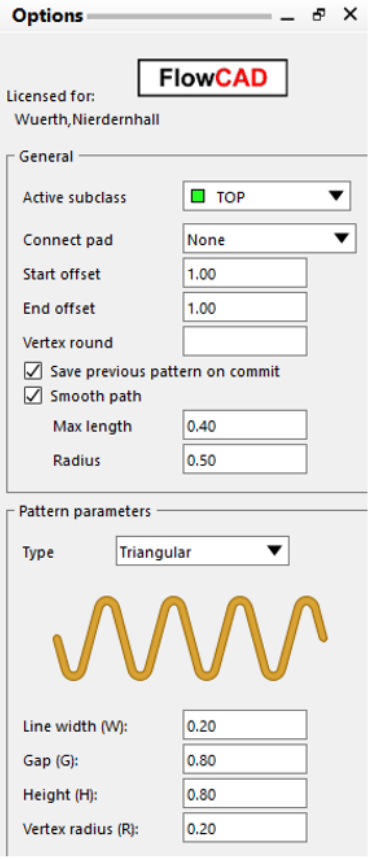
Quelle: FlowCAD

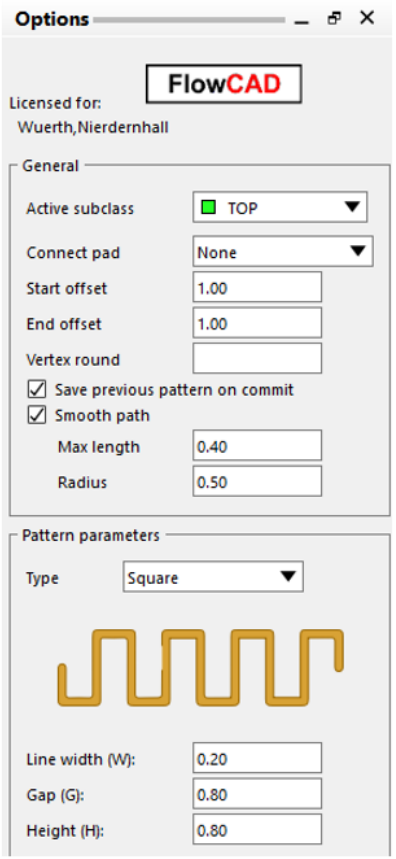
DESIGN TOOLMÖGLICHKEITEN

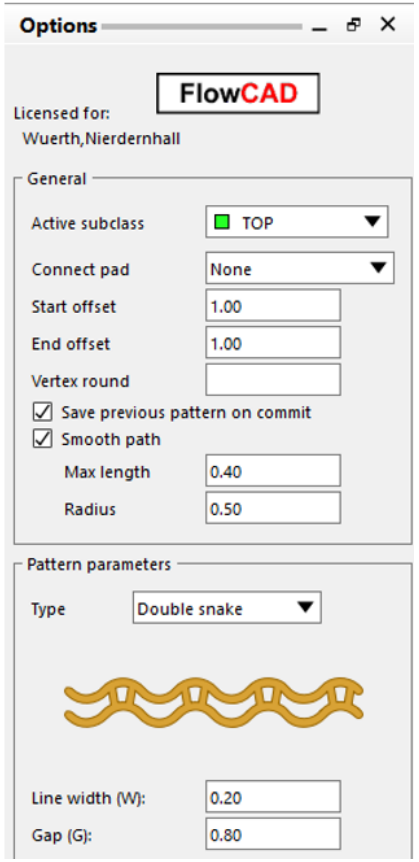
Übersicht der unterschiedlichen Mäanderstrukturen









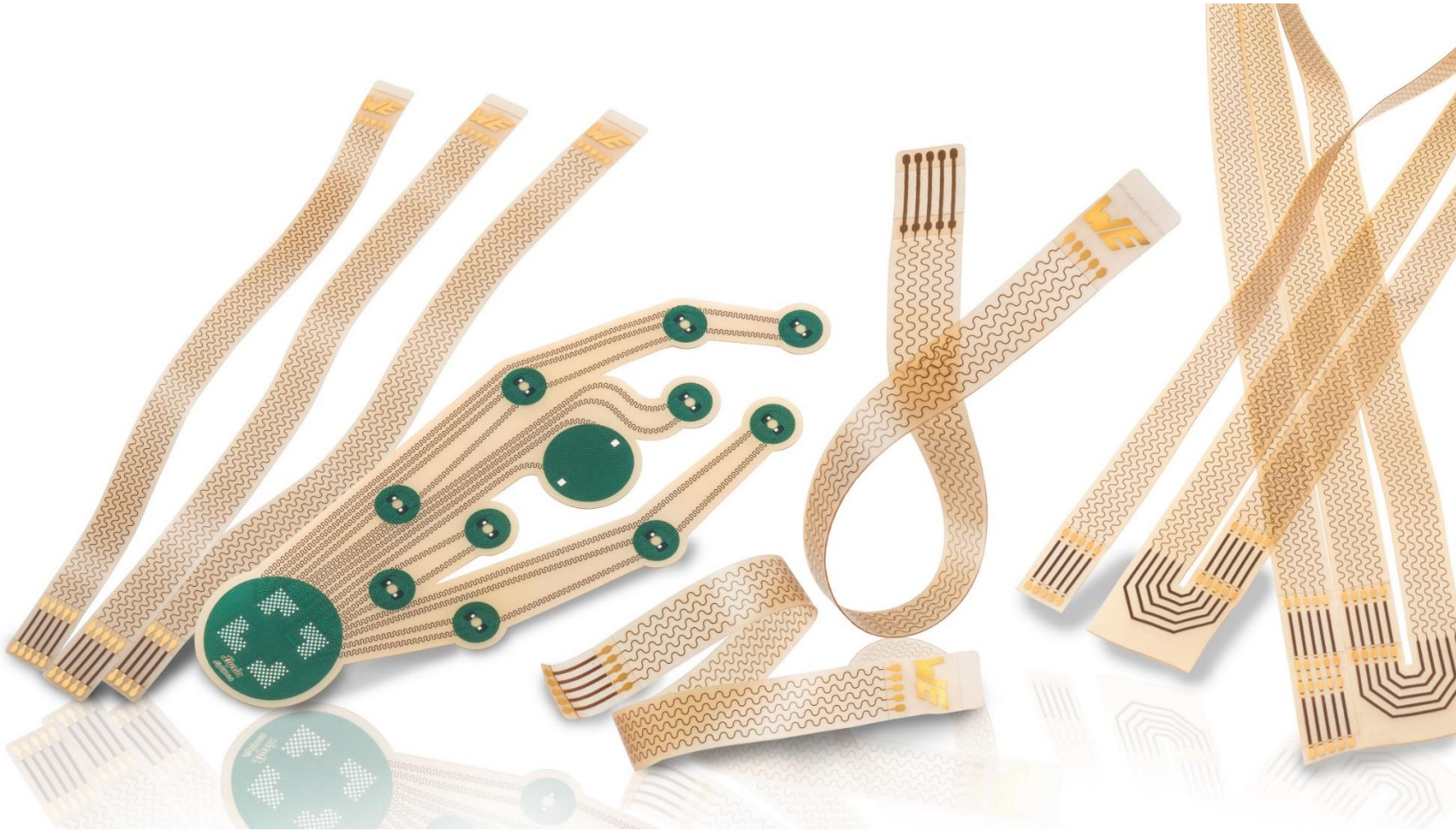


Quelle: FlowCAD

AGENDA

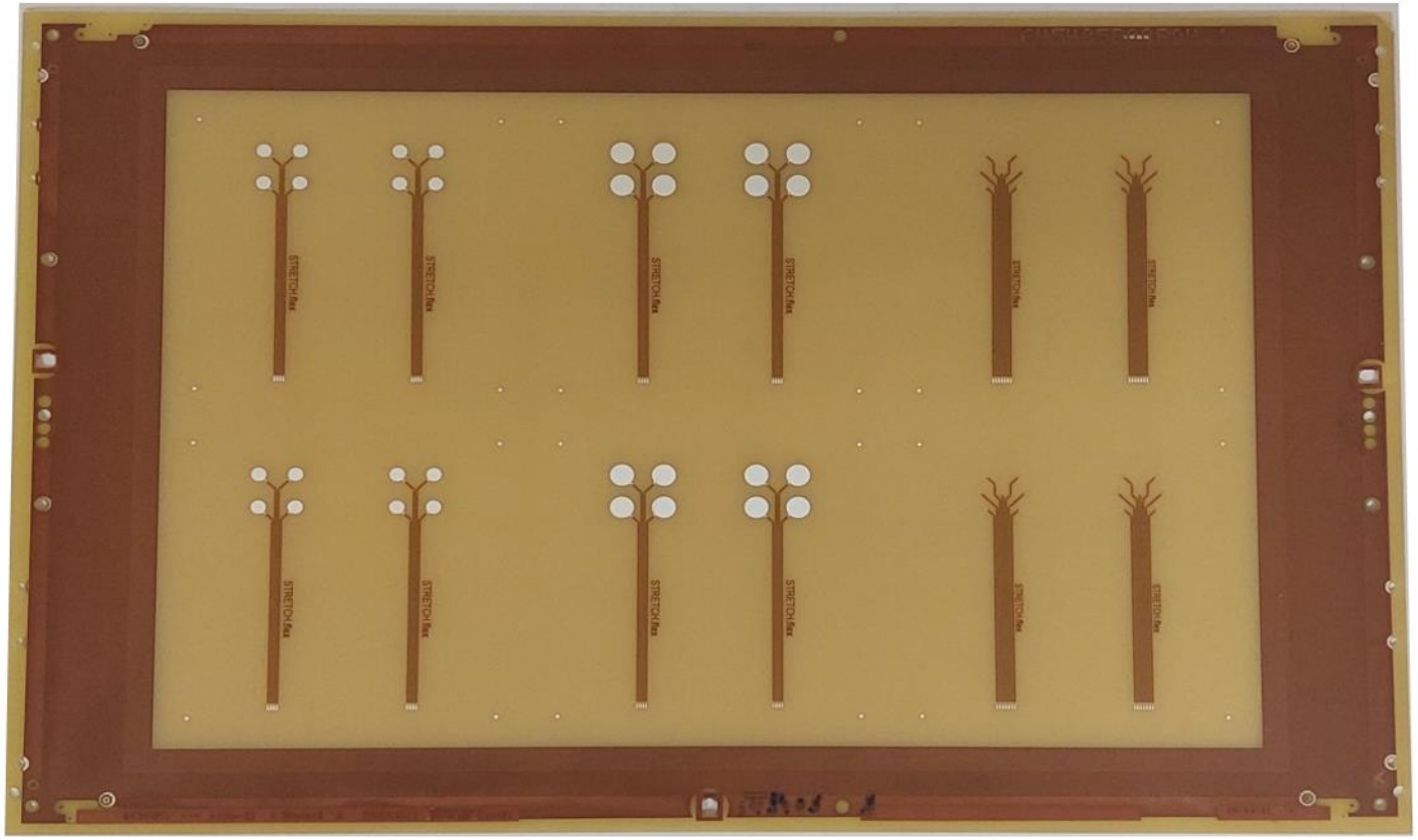
STRETCH.flex 2.0 – wir dehnen die Grenzen des Designs!

1. Rückblick
2. Ergebnisse Dehnbarkeit
3. Layouting im EDA-Tool
4. **Bestückung**
5. Anwendungsbeispiele



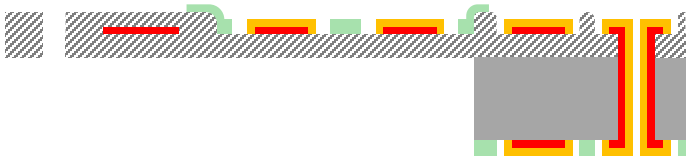
LÖTTRÄGER, LÖTPROZESS (NIEDRIGSCHMELZENDE LEGIERUNG)

- zum Transport durch die Lötanlage muss der Polyurethan Schaltungsträger durch ein Supportmaterial verstärkt sein

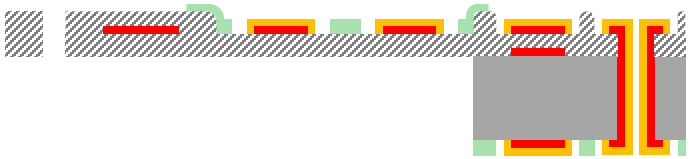


PASTENAPPLIKATION - SCHABLONE

- 1S-1Ri



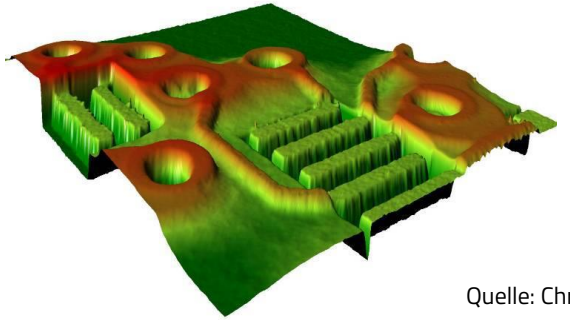
- 1S-2Ri



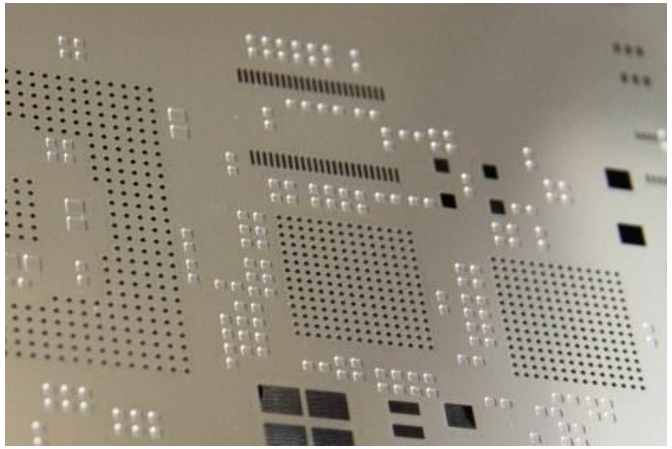
Legende

- TPU
- Kupfer
- Lötoberfläche
- FR4
- Lötstopplack

- mögliche Herausforderungen können die überdurchschnittlich großen Höhendifferenzen beim Einsatz von additivem Lötstopplack sein
- in Kombination mit miniaturisierten Komponenten, z.B. ≤ IPC 0201, müssen die Unebenheiten auf der Oberseite der Leiterplatte, bzw. Unterseite der Pastenschablone ausgeglichen werden.
  - dies kann durch Freistellungen auf der Unterseite der Pastenschablone erreicht werden – Mindestfräsdurchmesser erfragen!
  - somit kann eine optimale Abdichtung zur Leiterplatte hin erreicht werden



Quelle: Christian Koenen GmbH



BESTÜCKUNGSPROZESS

- Absenkung der Prozesstemperatur durch Zugabe von Wismut in die Legierung

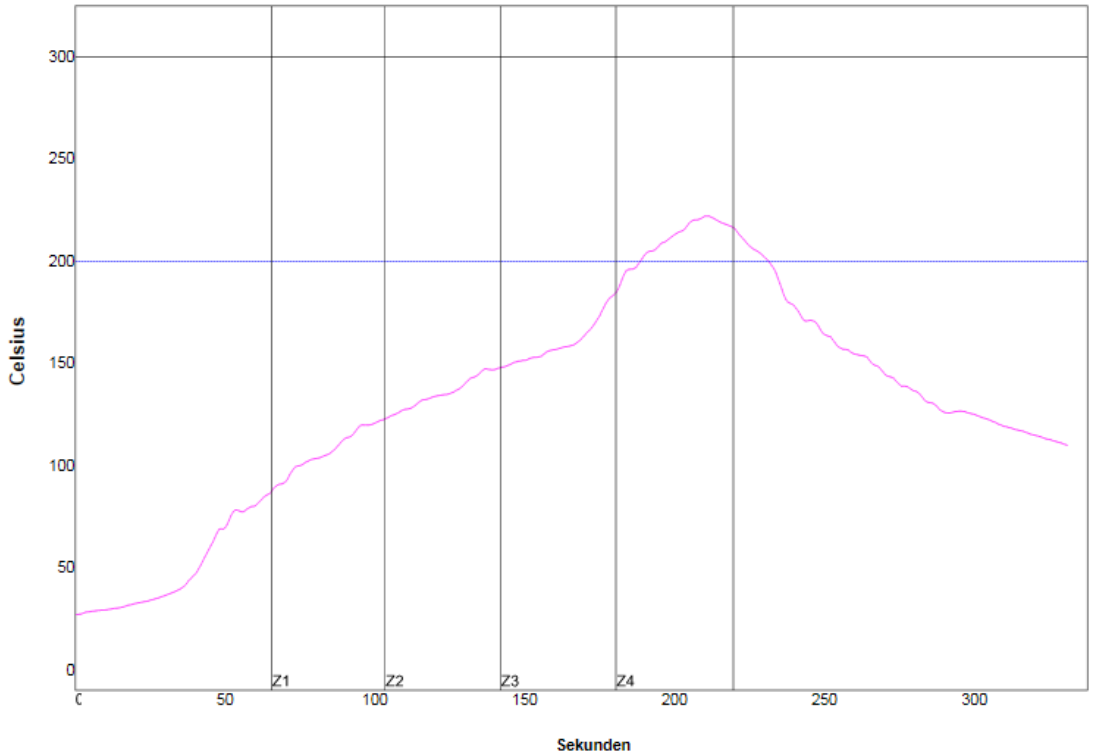
SnBi28:

Schmelzbereich →139°-191°C

Keine Ausdehnung beim Erstarren

Reflowprofil im Peak:

SnBi28>210°C



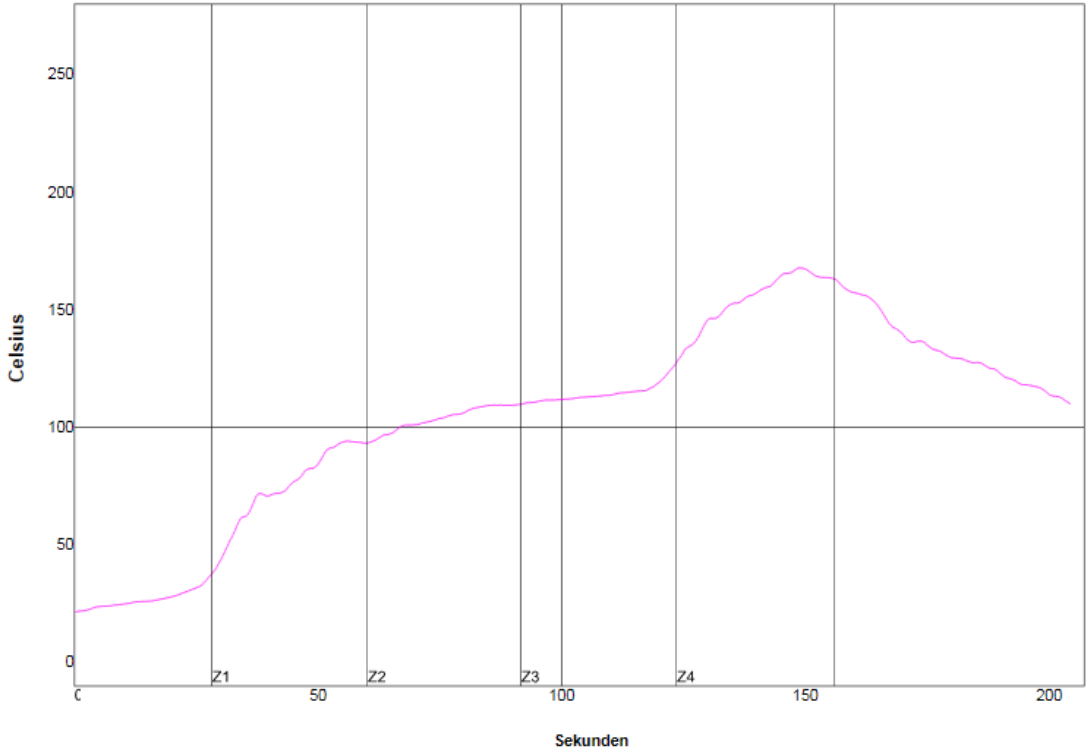
BiSn42Ag0.4 (BSA04):

Schmelzbereich →138°-142°C

Ausdehnung beim Erstarren

Reflowprofil im Peak:

SnBi42Ag0.4 (BSA04) >155°C



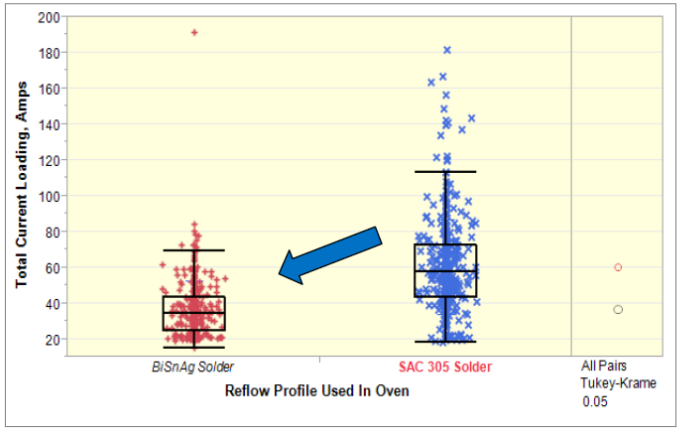
Quelle: Balver Zinn
Josef Jost GmbH & Co. KG

RESSOURCENSCHONUNG

- Durch die erheblich reduzierte Prozess-temperatur können bis zu 40% der elektrischen Energie eingespart werden.

- Im Vergleich zu einer SAC 305 Lotpaste kann bei Verwendung von Zinn-Wismut-Legierungen der CO_2-Ausstoß pro Ofen um knapp 57 Tonnen reduziert werden.

Cost Saving: Reduced Electricity Consumption



40% Reduction in Electricity Consumption

Measured Parameter	SAC Reflow	BiSnAg Reflow
Current (RMS), amps	60.4	36.7
Power (Average), Kilowatts	29.3	17.8

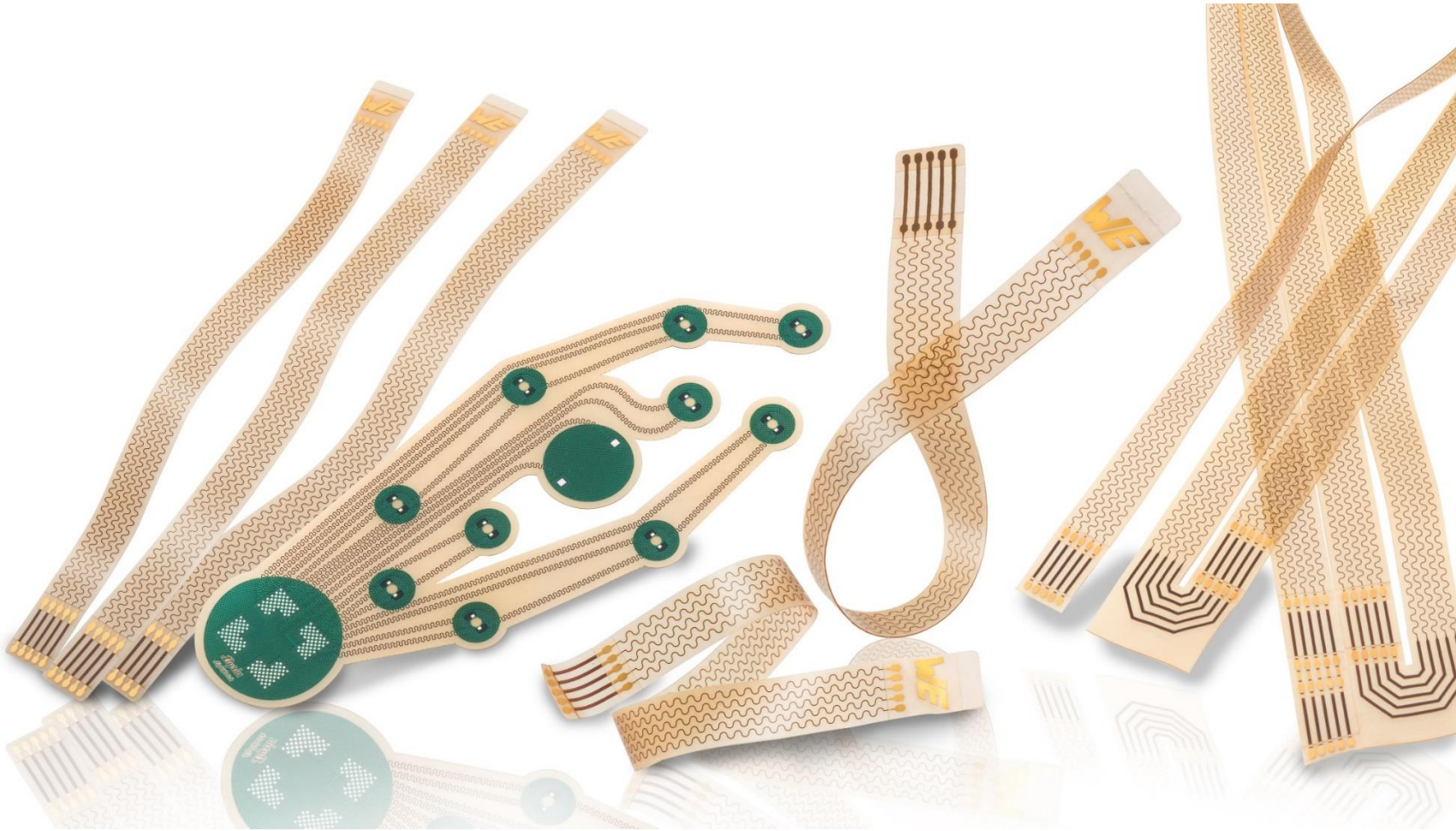
LTS vs. SAC Reflow Electrical Usage

Estimated SMT Process Energy Cost Comparison			
SAC 305 Paste		Sn/Bi/Ag Paste	
Oven Energy Consumption (Kw)	29.5	Oven Energy Consumption (Kw)	17.8
80% Utilization (Hours/Wk)	134.4	80% Utillzation (Hours/Wk)	134.4
CO2 Metric ton p/kwh (EPA est)*	0.0007		0.0007
CO2 emission per month	2.78		1.67
CO2 Savings (metric tons per oven/week)			**1.1**
CO2 Savings (metric tons per oven/yr)			**57.2**

AGENDA

STRETCH.flex 2.0 – wir dehnen die Grenzen des Designs!

1. Rückblick
2. Ergebnisse Dehnbarkeit
3. Layouting im EDA-Tool
4. Bestückung
5. **Anwendungsbeispiele**



ANWENDUNGSBEISPIELE

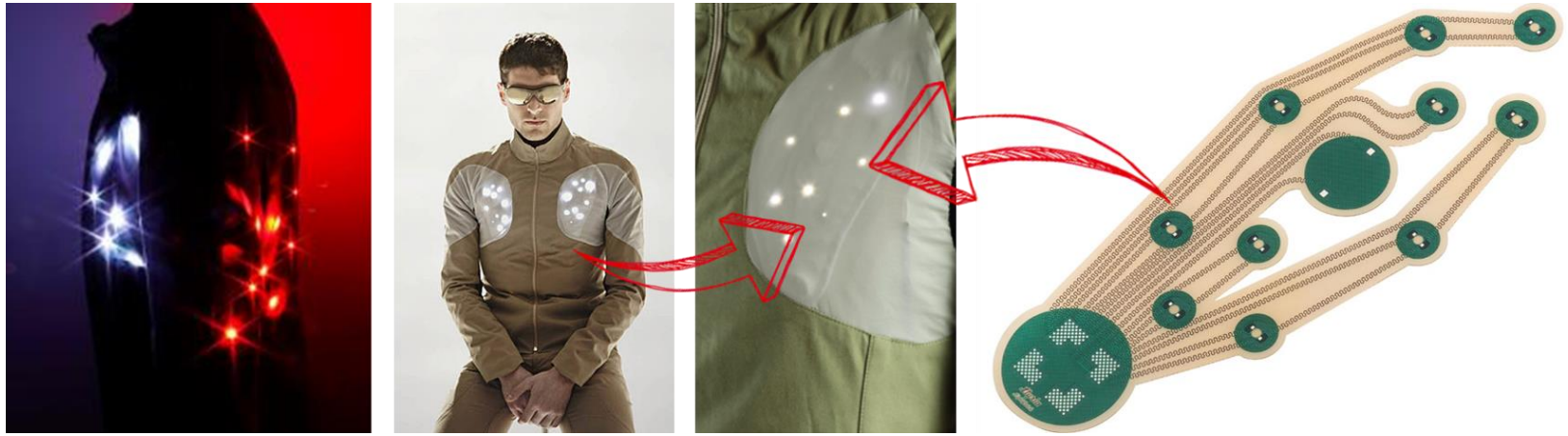
Medizintechnik

- **Fa. Sentec – Neonatologie Gürtel**
  - Behandlung von Neu- und Frühgeborenen (Neonatologie)
  - Brustgurt zur direkten Überwachung der Lungen- und Herzfunktion durch Elektrische Impedanztomographie (EIT)
  - Vorteil gegenüber bisheriger Lösung: Deutlich reduzierte Verletzungsgefahr der empfindlichen Haut

ANWENDUNGSBEISPIELE

Smart Textiles / Wearable Technology

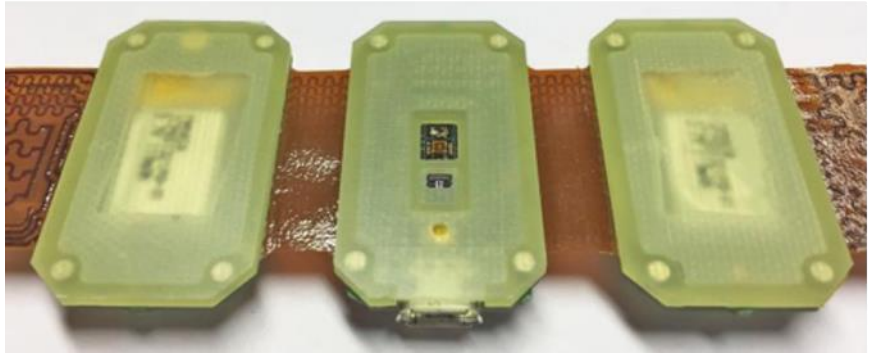
- **Fraunhofer IZM und Designer Wolfgang Langeder (Fa. Utope) / Fahrradjacke „Sporty Supaheroe“**
  - Integrierte und aktiv sensorgesteuerte LEDs für interaktive Sicherheitsbeleuchtung
  - Red Dot Design Award 2013 in der Kategorie „Design Concept“

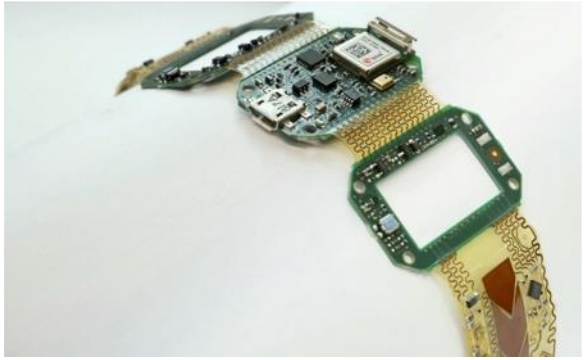


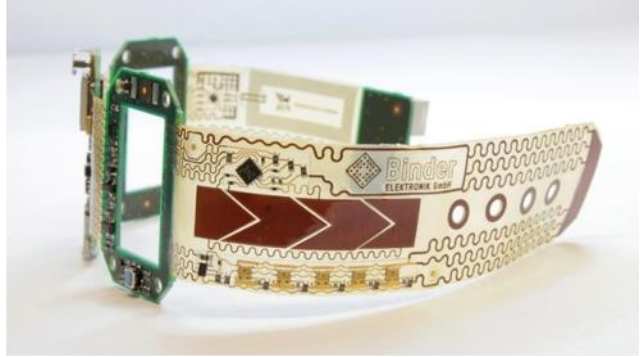
ANWENDUNGSBEISPIELE

Medizintechnik

- **Fa. Binder Elektronik – körpernahes Sensorgerät**
  - Überwachung von Demenzkranken
  - Armband zur automatischen Aufzeichnung von Gesundheits- und Pflegedaten
  - Vorteil gegenüber bisheriger Lösung: Funktionalisierung des kompletten Bandes



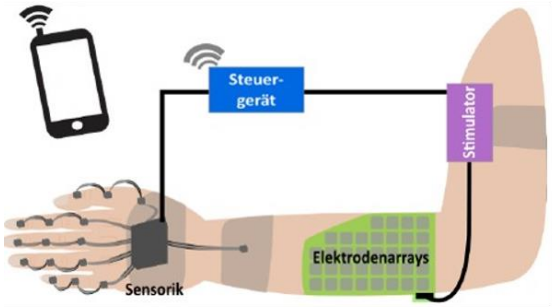


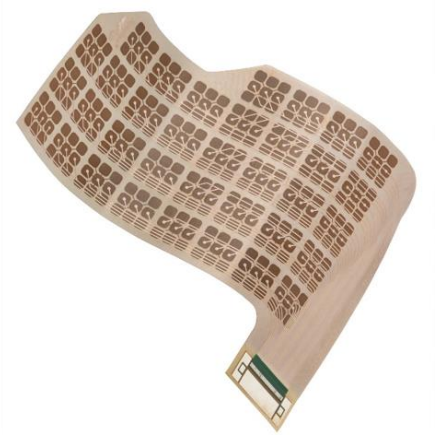


ANWENDUNGSBEISPIELE

Medizintechnik

- **Elektrodenarrays für EMD Anwendung**
  - Rehabilitation von Schlaganfallpatienten mit Hilfe elektrischer Muskelstimulation
  - Stimulation der Muskelpartien über einzelne oder mehrere Elemente, um autonome Bewegungsfähigkeit wiederzuerlangen

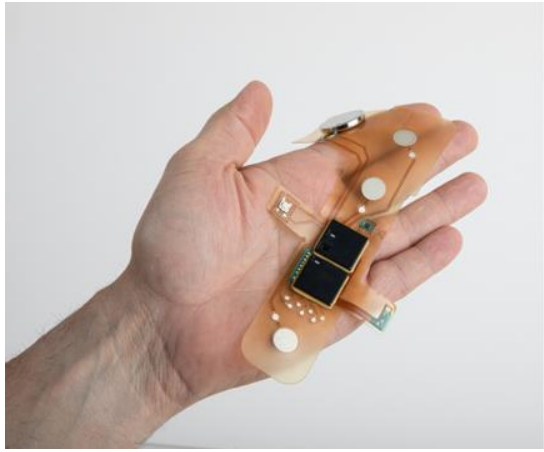


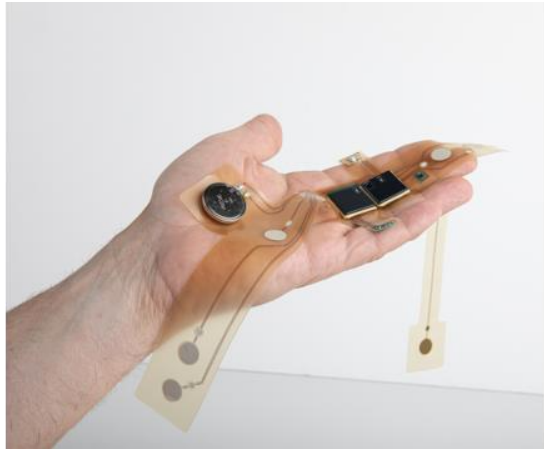


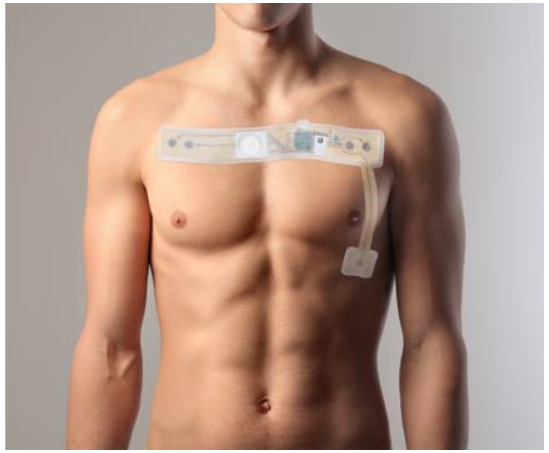
ANWENDUNGSBEISPIELE

Medizintechnik

- **Multimodales Überwachungskonzept mit tragbarem Pflaster**
  - EKG, Temperatur, Impedanz Pneumographie sowie Photoplethysmographie (PPG) Messung
  - Hoher Grad an Miniaturisierung und dichte Integration führen zu unauffälliger Form
  - Tragekomfort auf Haut durch TPU wurde erhöht







KOOPERATIONSPARTNER

HOCHSCHULE HEILBRONN
Reinhold-Würth-Hochschule
Campus Künzelsau

COMSOL

HM Hochschule München University of Applied Sciences

ECSEL JU

APPLAUSE

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Welche Applikation haben Sie?
Wie kann WE Sie unterstützen?

Kontakt:
Würth Elektronik GmbH & Co. KG
Advanced Solutions Center
+49 7940 946-1234
asc@we-online.de