

Schichtbasierte Oberflächensensorik für tribologische Systemkomponenten in der Produktion

Dr.-Ing. Saskia Biehl, Nancy Paetsch,
Eike Meyer-Kornblum, M.Sc.

Fraunhofer-Institut für Schicht-
und Oberflächentechnik IST
Bienroder Weg 54 E
38108 Braunschweig

■ Motivation Entwicklung von Dünnschichtsensorik

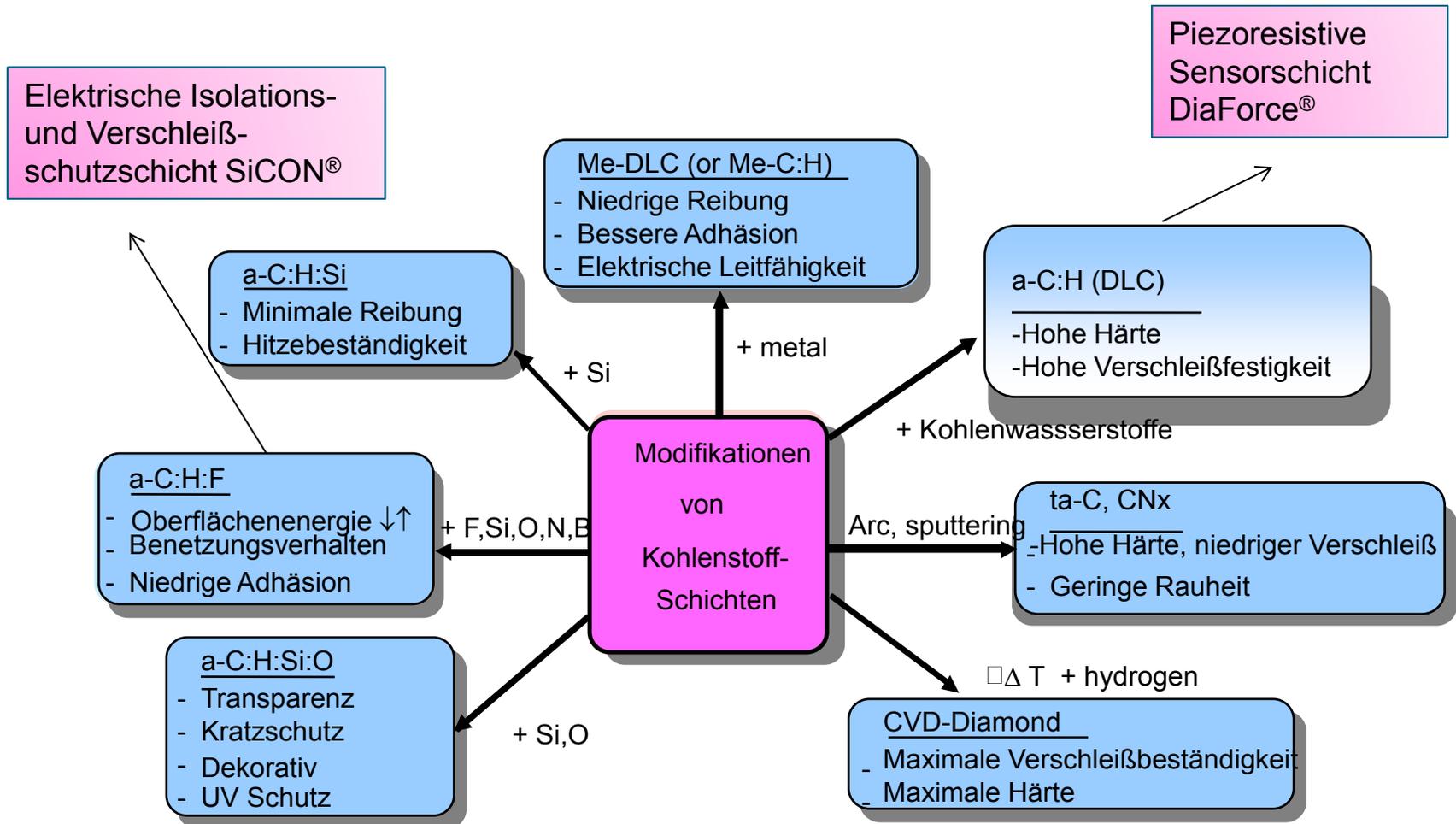
Verschleißfeste sensorische Oberflächen ermöglichen die Messung von Kenndaten in Hauptbelastungszonen.

Dadurch lassen sich reale Werte der Belastungssituationen, der Temperatur und des Verschleißes bestimmen.

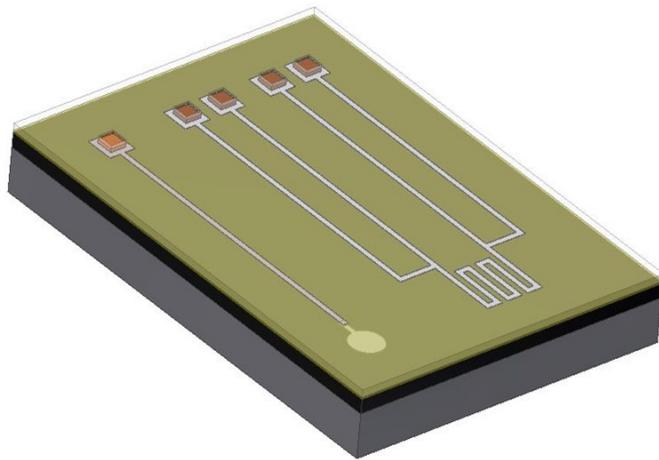
Ziele sind vielfältig:

- Optimierung von Simulationen
- Optimierung von Produktionsprozessen
- Erhöhung des Verständnisses von Betriebszuständen
- Optimierung von Wartungsintervallen

■ Grundlagen der sensorischen Schichtsysteme



■ Multifunktionales Schichtsystem



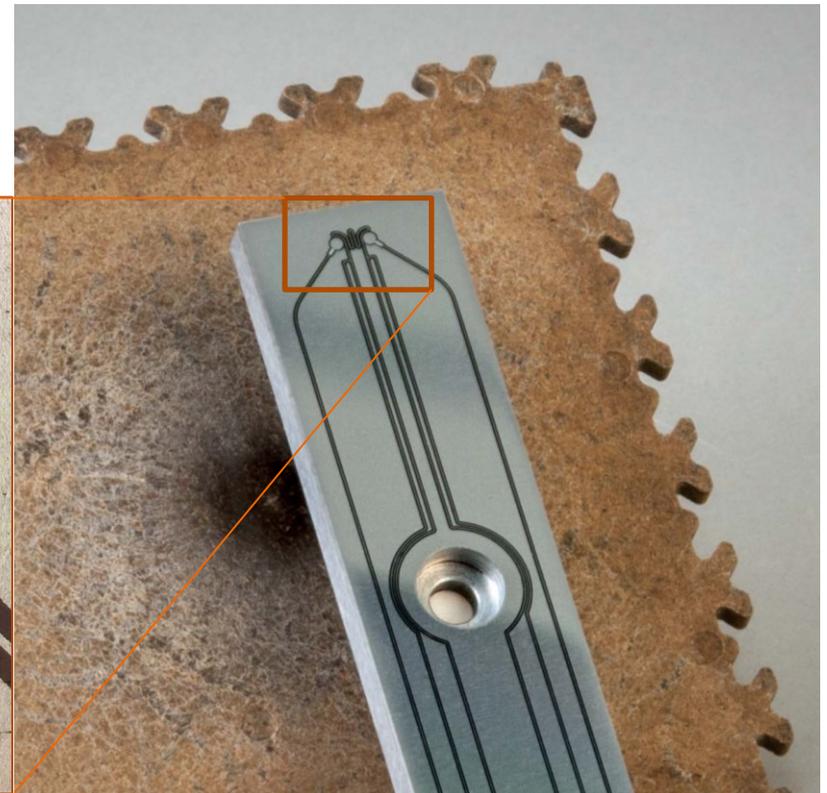
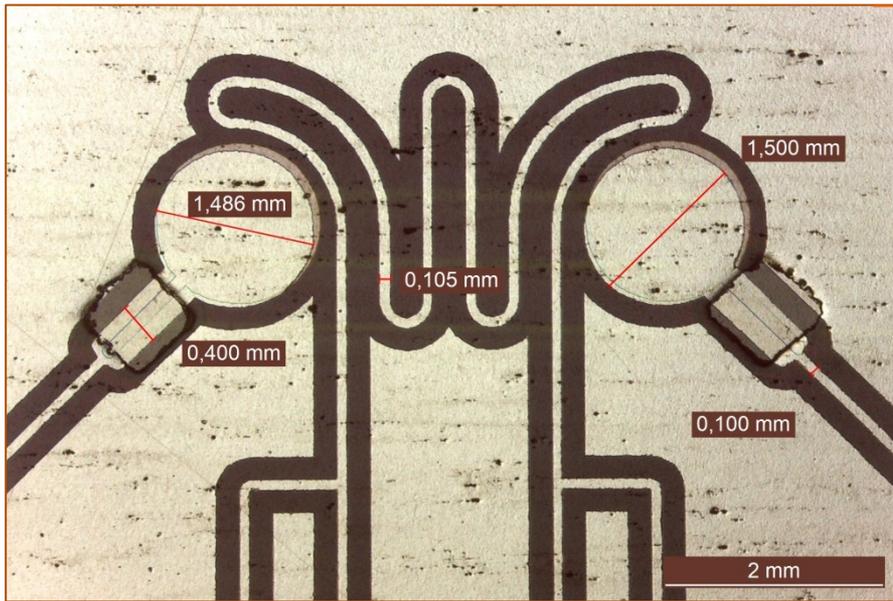
- Isolationsdeckschicht $d=3\ \mu\text{m}$ und
- Elektrisch isolierende Zwischenschicht $d=1\ \mu\text{m}$
- Cu Kontakte $d=1,5\ \mu\text{m}$
- Cr Mäander $d=0,2\ \mu\text{m}$ and
- Elektrodenstruktur $d=0,2\ \mu\text{m}$
- piezoresistive Kohlenwasserstoffschicht DiaForce[®] $d=6\ \mu\text{m}$
- Grundkörper

Elektrische Isolationsschichten: Mit Silizium und Sauerstoff modifizierte Kohlenstoffschicht SiCON[®] oder Aluminiumoxid Al_2O_3

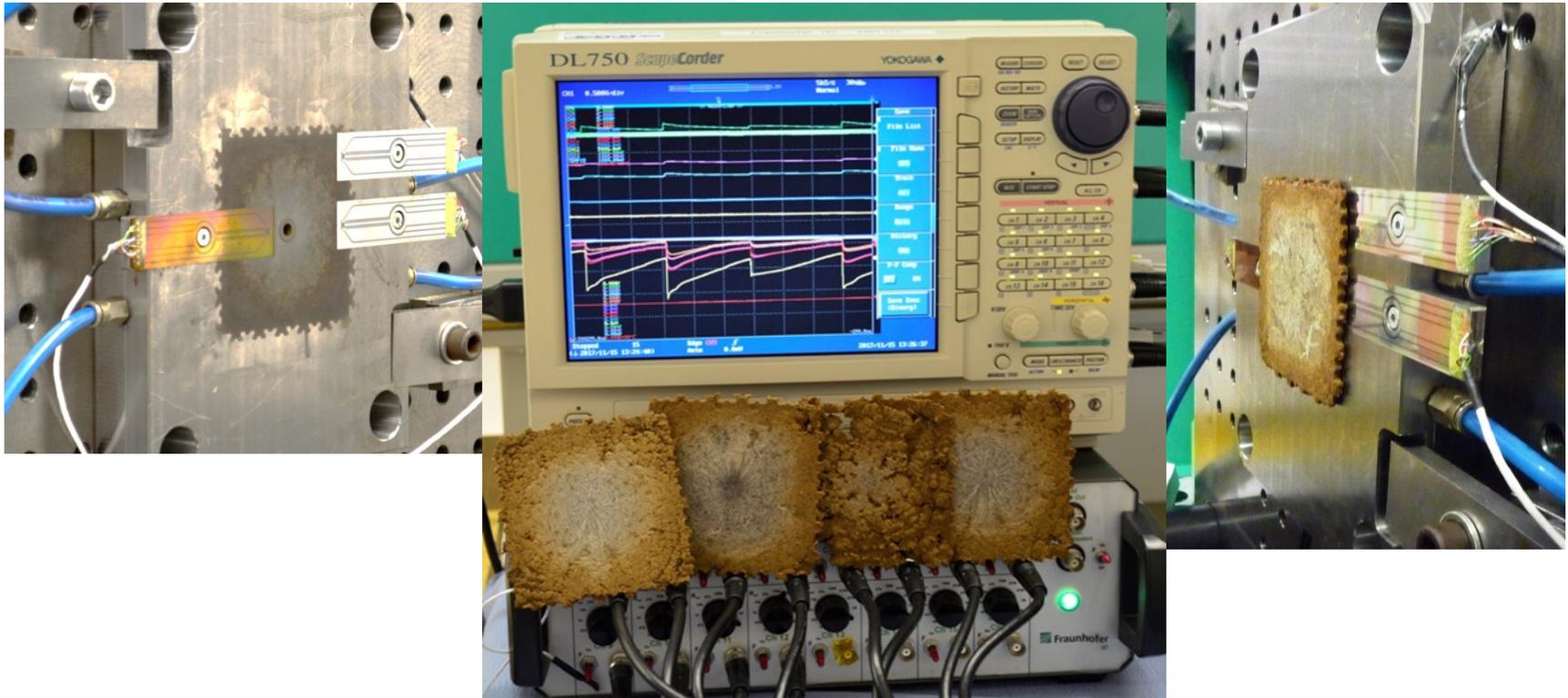
-
- Vielfältige Applikationen
 - **Sensorik für den Kunststoffspritzguss**
 - **Sensorik für den Tiefziehprozess**
 - **Unterlegscheibensensorik**
 - Sensorik für den Biegeprozess
 - Lagersensorik
 - Scherschneidsensorik
 - Sensorstifte im KGT
 - Sensorik für die Hochgeschwindigkeits-holzbearbeitung



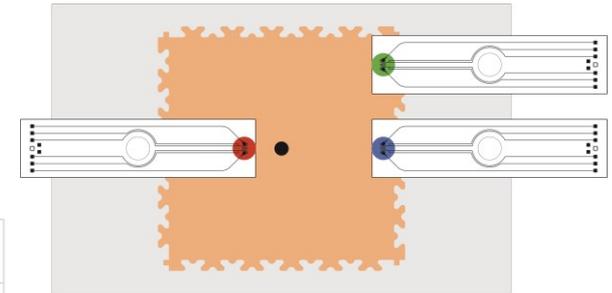
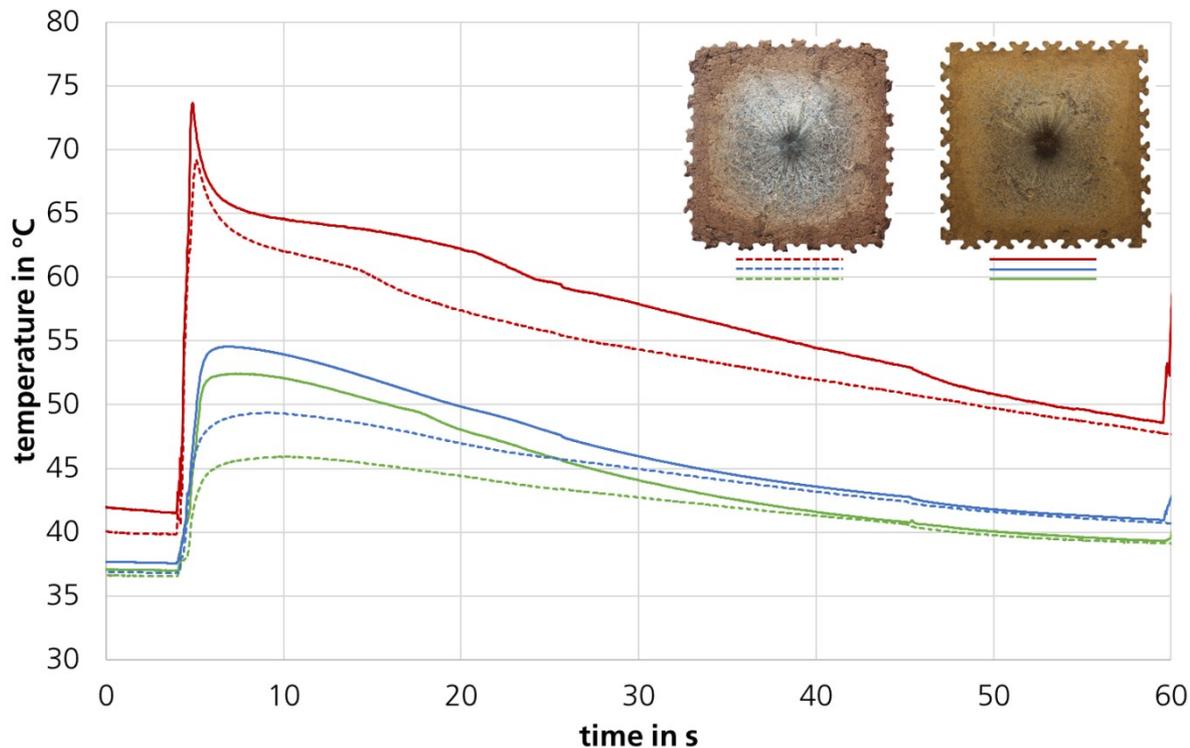
■ Verschleißbeständige Dünnschichtsensorik für die Fertigung von naturfaserverstärkten Kunststoffen im Spritzgussprozess



■ Verschleißbeständige Dünnschichtsensorik für die Fertigung von naturfaserverstärkten Kunststoffen im Spritzgussprozess



■ Temperaturverläufe der einzelnen Sensorstrukturen für zwei unterschiedliche Spritzgussprozesse



Die beschriebenen Ergebnisse wurden innerhalb des Projekts SmartNFR (**S**mart coating systems for process control and increased wear resistance in processing of **N**atural **F**ibre **R**einforced polymers) erzielt, an dem das Fraunhofer IST gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, und der Tomas Bata Universität in Zlin arbeitet. SmartNFR wird im 19. Cornet Call (Collective Research Networking) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) gefördert.

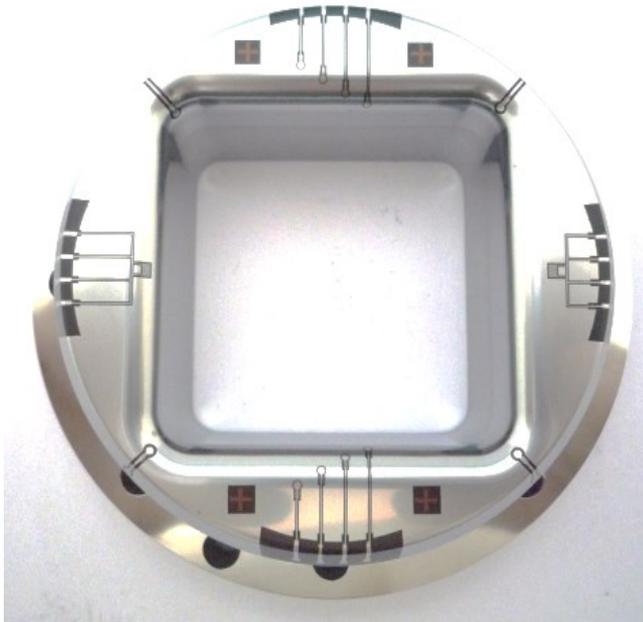
■ Sensorik für den Tiefziehprozess



Ziel: Reduzierung von Riss- und Faltenbildung im tiefgezogenen Werkstück



■ Herstellungsverfahren



Sensorisches Werkzeug ohne Deckschicht



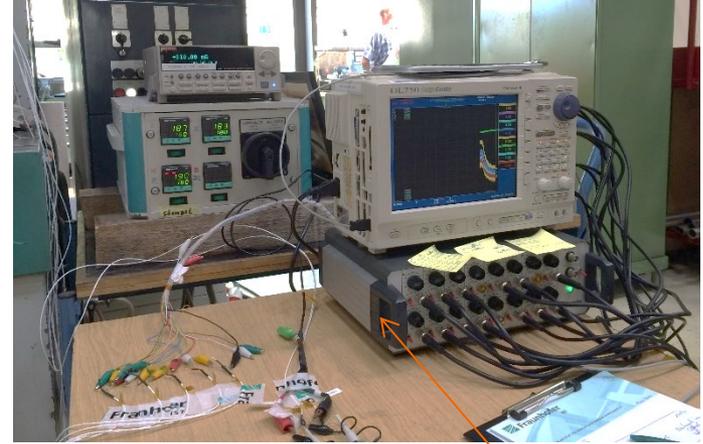
Abschließende Beschichtung mit SiCON[®] als Deckschicht

Durchführung von Blechtiefziehversuchen am Fraunhofer IWU

Experimente am Fraunhofer IWU; Niederhalterkräfte: 0 kN - 120 kN

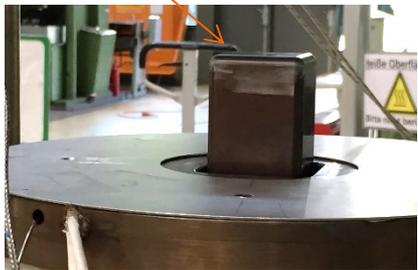


Sensorisches Werkzeug



Messaufbau

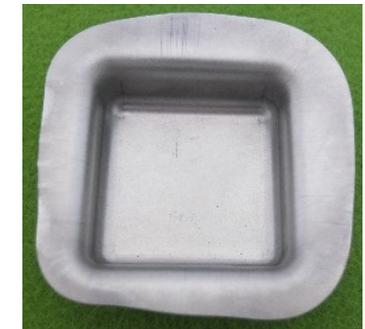
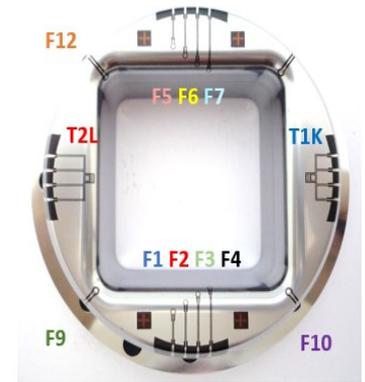
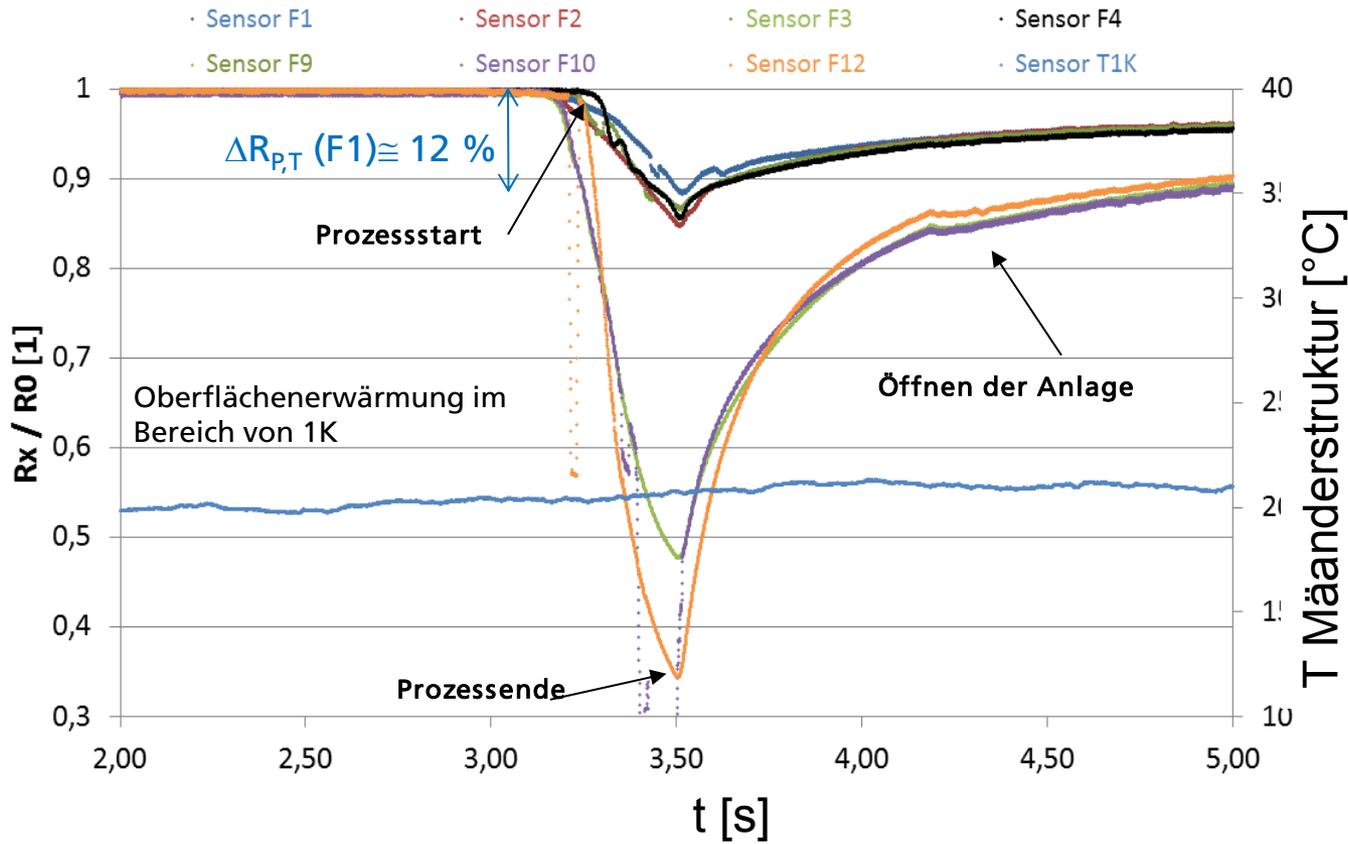
Stempel



Aluminiumblech (EN AW-6016):
Durchmesser: 100 mm; Dicke: 1 mm

Durchführung von Blechtiefziehversuchen

Experimente am Fraunhofer IWU



■ Messergebnis

Temperatur- und Belastungseinfluss auf die Sensorstruktur 1:

1. Widerstandsänderung durch Temperaturerhöhung um 1 Grad auf 21°C:

$$F1: \rightarrow R(T) = 5,68 \cdot 10^6 \cdot \exp(-0,035 \cdot T)$$

Temperatureinfluss: $\Delta T \approx 1^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned} \Rightarrow R(20^\circ\text{C}) &= 2,775 \text{ MOhm}; R(21^\circ\text{C}) = 2,678 \text{ MOhm} \\ \Rightarrow \Delta R_T &= 0,097 \text{ MOhm} \cong 3,5 \% \end{aligned}$$

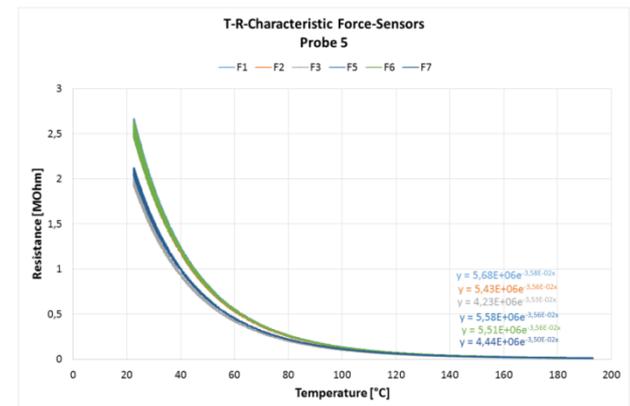
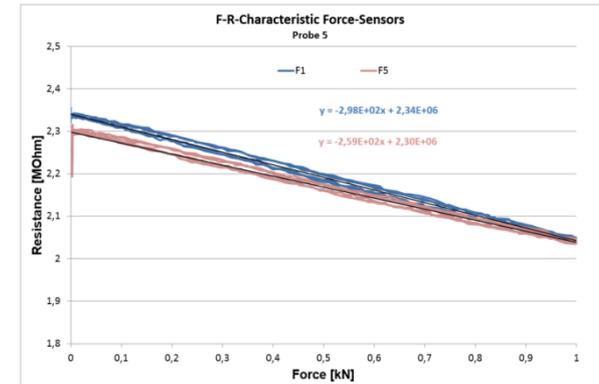
2. Widerstandsänderung durch Belastung:

$$F1: \rightarrow R(F) = -298 \text{ Ohm/N} \cdot F + 2,34 \text{ MOhm}$$

$$\Delta R_{P,T} (F1) \cong 12 \%$$

$$\Delta R_P \cong 8,5 \% = 198,9 \text{ kOhm}$$

$$\Rightarrow P \cong 433,6 \text{ MPa}$$



Die beschriebenen Ergebnisse wurden innerhalb des Projekts SensoFut (Sensorized Future – Sensing of temperature and pressure in harsh environments) erzielt, an dem das Fraunhofer IST gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, und der belgischen Forschungsvereinigung Sirris arbeitet. SensoFut wird im 13. Cornet Call (Collective Research Networking) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) gefördert.

■ Unterlegscheibensensorik



- Sicherheits- und Messsystem für Schraubverbindungen
- Universeller Einsatz
- Temperaturkompensierte Messung von Kräften
- Dynamische und statische Messung von Kräften
- Drahtloser und drahtgebundener Messdatentransfer

■ Unterlegscheibensensorik

Anwendungspotenzial

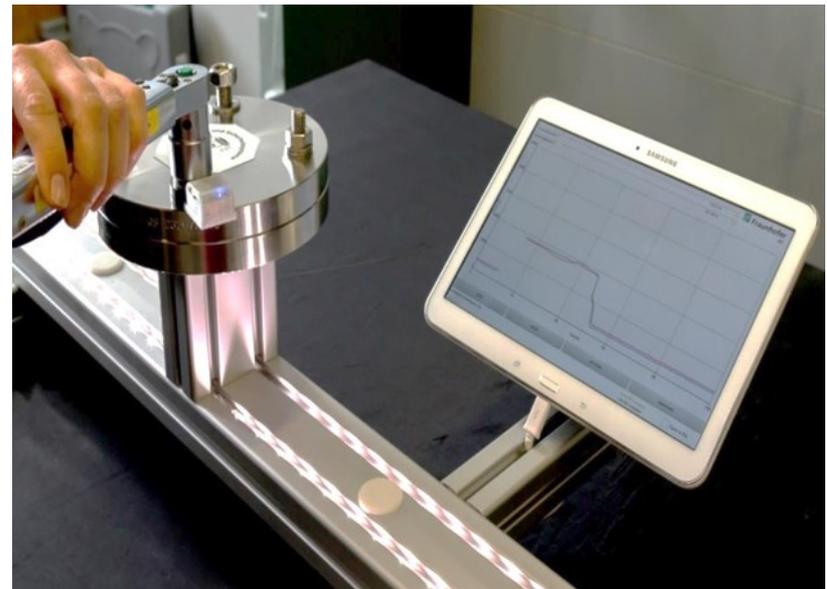


- Windkraftanlagen
- Fördertechnik
- Maschinenbau
- Rennsport bzw. Automobil
- Fahrgeschäften
- Prüfstandssensorik
- Gebäudesicherung
- Luft- und Raumfahrt
- Werkzeuge

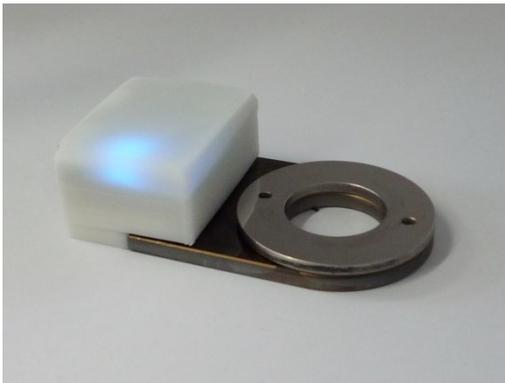
■ Unterlegscheibensensorik

Sensorische Unterlegscheibensysteme mit Bluetooth Low Energy Datenübertragungssystem

- Temperaturbereich: RT-50°C
- Datenerfassungsrate: > 20 Hz
- Betriebsdauer (20 Hz): 24 h
- Standby bei aktiver Funkverbindung: 900 h
- Reichweite: ~ 40 m
- USB Ladeadapter



■ Unterlegscheibensensorik



- Statische und dynamische Erfassung von Messdaten über einen langen Zeitraum in Form eines Condition Monitorings wird ermöglicht.
- Ein Nachziehen von Schraubverbindungen wird erst dann notwendig, wenn durch das sensorische Unterlegscheiben-system ein Abfall der Vorspannkraft ermittelt wird.
- Verbesserung der Produktionsbedingungen, da eine Kontrolle der Schraubverbindungen mittels Drehmomentenschlüssel entfällt.

Schichtbasierte Oberflächensensorik für tribologische Systemkomponenten in der Produktion

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr.-Ing. Saskia Biehl
Gruppenleiterin Mikro- und Sensortechnologie

**Fraunhofer-Institut für Schicht-
und Oberflächentechnik IST**

Bienroder Weg 54 E
38108 Braunschweig
Telefon +49 531 2155-604
saskia.biehl@ist.fraunhofer.de