

Smart soft materials – Aktorik und Sensorik auf Basis von Silikonelastomeren

Johannes Ziegler, Fraunhofer ISC



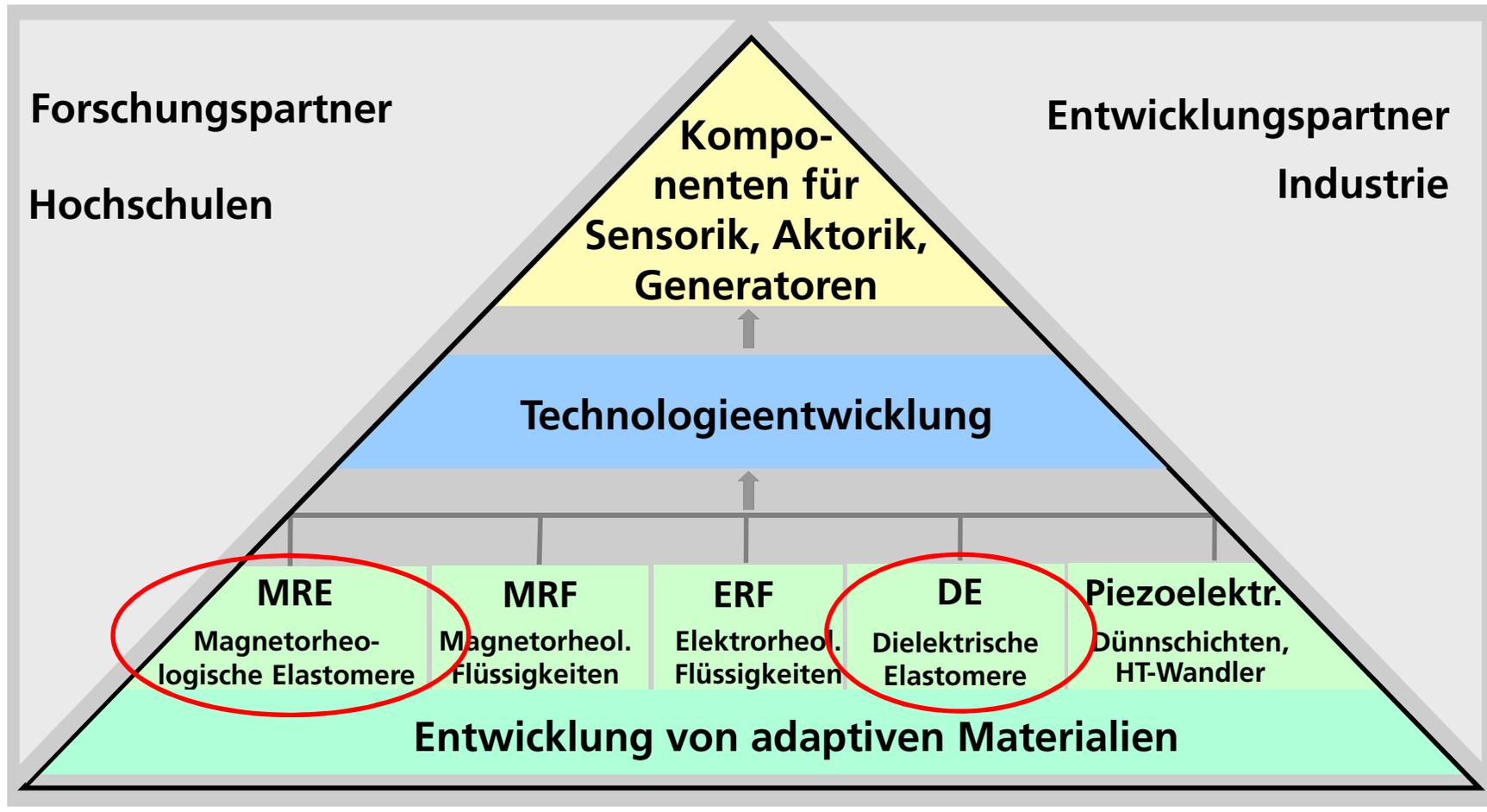
Werkstoffwoche 2017
28.09.2017, Dresden

Smart soft materials – Aktorik und Sensorik auf Basis von Silikonelastomeren

Gliederung:

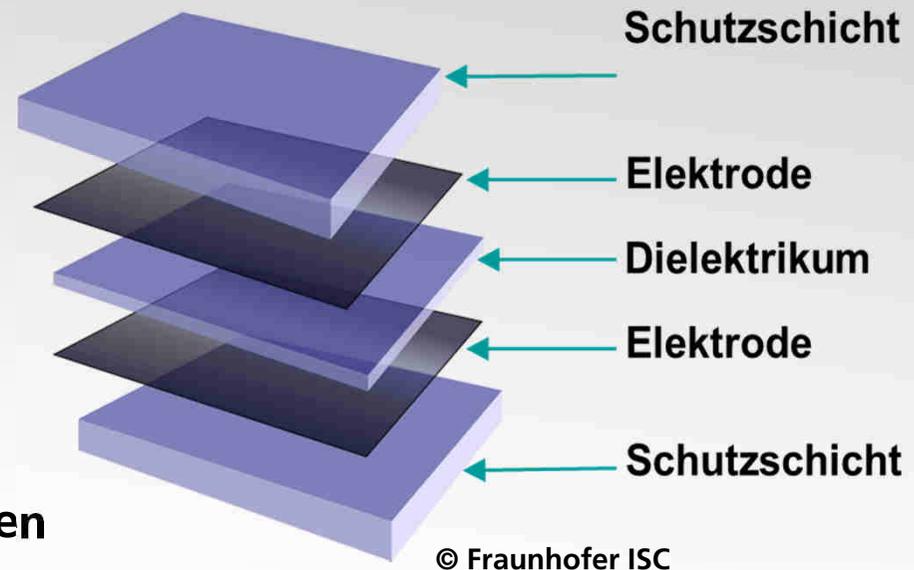
- Vorstellung Center Smart Materials
- Dielektrische Elastomere
 - als Sensoren
 - als Aktoren
- Magnetorheologische Elastomere
- Anwendungsbeispiele

Vorstellung Center Smart Materials



Dielektrische Elastomere

- Dielektrische Elastomere bestehen aus einer stark dehnbaren Elastomerfolie (Silikon, Acryl, Polyurethane, Naturkautschuk), die beidseitig mit hochflexiblen Elektroden aus Graphit oder Ruß beschichtet wird
- extrem dehnbar ($\approx 100\%$) und flexibel
- Großflächige Herstellung mittels Rakeln oder Schlitzdüsenauftrag
- Beliebige Elektrodengeometrien durch Siebdruck herstellbar



Dielektrische Elastomere - Herstellung

Im Labormaßstab:

- Rakel-Verfahren
- Silikonfolien (einschichtig/mehrschichtig)

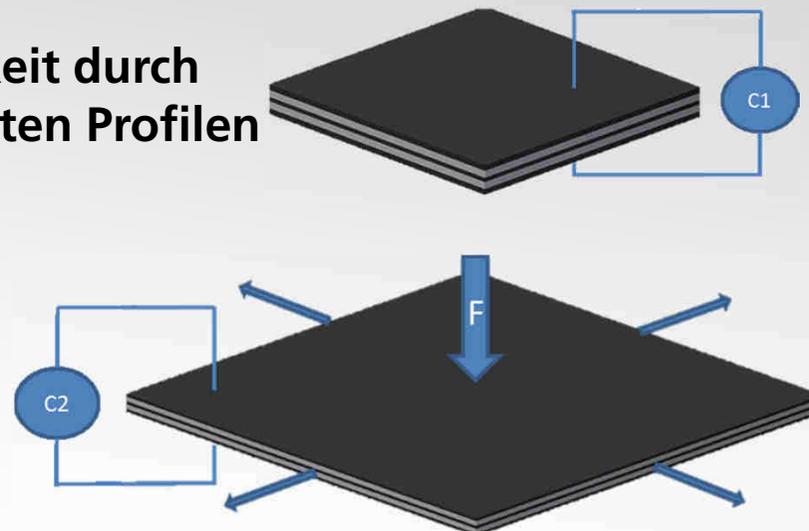
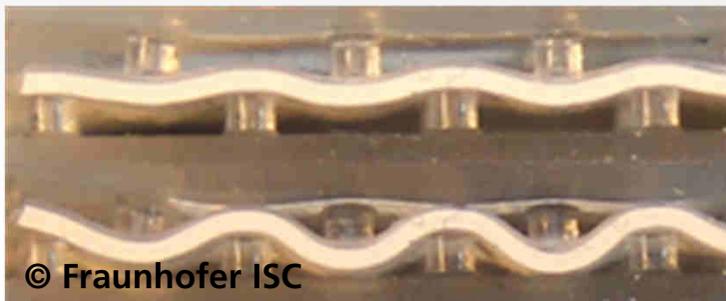
Hochskalierung:

- Automatisierte Anlage für den Aufbau von dielektrischen Stapelanordnungen
- Modulare Coatema CC10 R2R Anlage zur großflächigen Herstellung dünner Einzel- und Mehrschichtfolien (Rakel-Verfahren und Schlitzdüse)



Dielektrische Elastomere – Sensoren (DES)

- Mechanische Verformung (Druck oder Dehnung) führt zu einer Verringerung der Dicke und gleichzeitig zu einer Vergrößerung der Oberfläche
- Elektrische Kapazitätserhöhung als Messgröße
- Steigerung der Druckempfindlichkeit durch den Einsatz von speziell entwickelten Profilen



Kenndaten Dielektrischer Elastomersensoren (DES)

- Druckmessbereich 1 - 150 N/cm² (10 – 1500 kPa)
- Druckauflösung 0,1 N/cm², Hysterese ca. 7 %
- Temperatureinsatzbereich -40 bis +180 °C, 100 % rel. Feuchte
- Messfrequenz 100 Hz
- langzeitstabil:
Dauerschwingfestigkeit 1 Mio. Zyklen bei 100% Dehnung
- dünn (1 mm), flexibel und dehnbar
- beständig gegen: Wasser, Waschmittel, Desinfektionsmittel
- Näherungssensorik



© Fraunhofer ISC

Dielektrische Elastomere – Sensoren (DES)

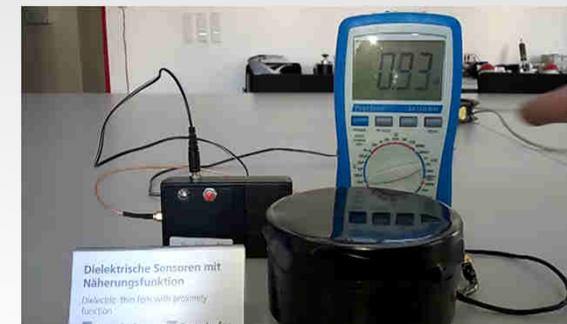
- Erweiterung des DES um kapazitive Näherungssensorik
- Steuerung von Funktionen mit zwei unabhängigen Sensorsignalen
→ Näherung und Druck
- Vorteil: Vermeidung von Fehlbedienungen



Kapazitätsmessung

DES

Näherungselektronik



Anwendungsbeispiele

Dielektrischer Elastomersensoren (DES)

- Lenkrad mit drucksensitiver Eingabe und stufenloser Steuerung (Licht, Heizung, Lüftung, Lautstärke)



Vorteile der Drucksensoren:

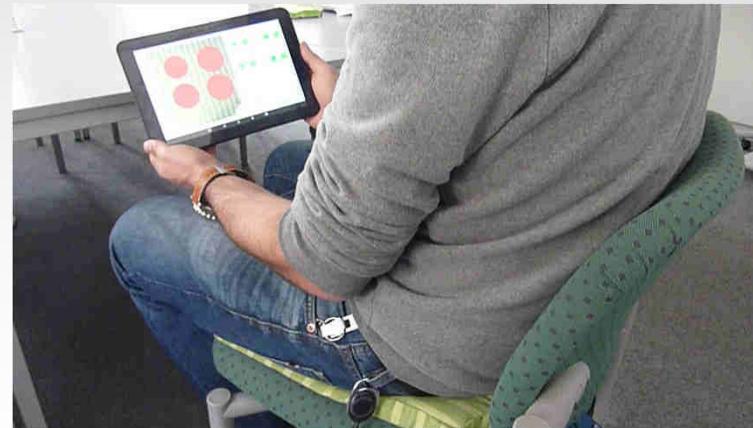
- Geringer Bauraum
- Anpassbar an gekrümmte Konturen
- Beliebige Form der Sensoren



Anwendungsbeispiele von textilintegrierter Sensorik

Integration der Sensoren in Textilien:

- Einsatz als großflächige, flexible und integrierbare Sensorik, z.B. zur orts aufgelösten Druckmessung in Betten, Sitzflächen, Prothesen

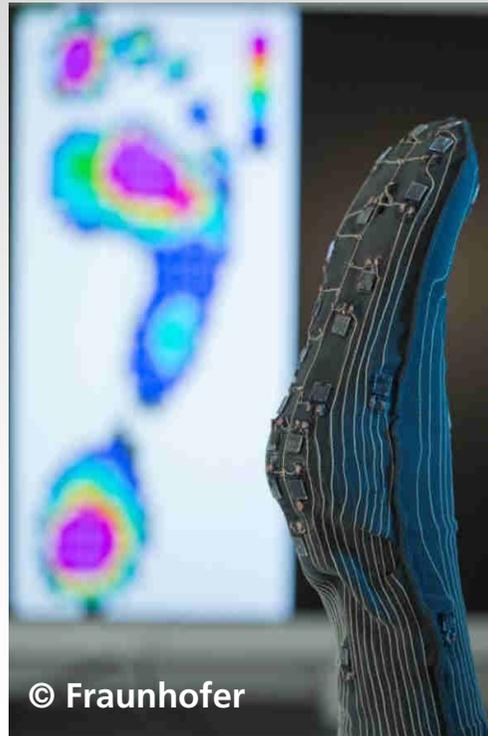


Anwendungsbeispiele von textilintegrierter Sensorik

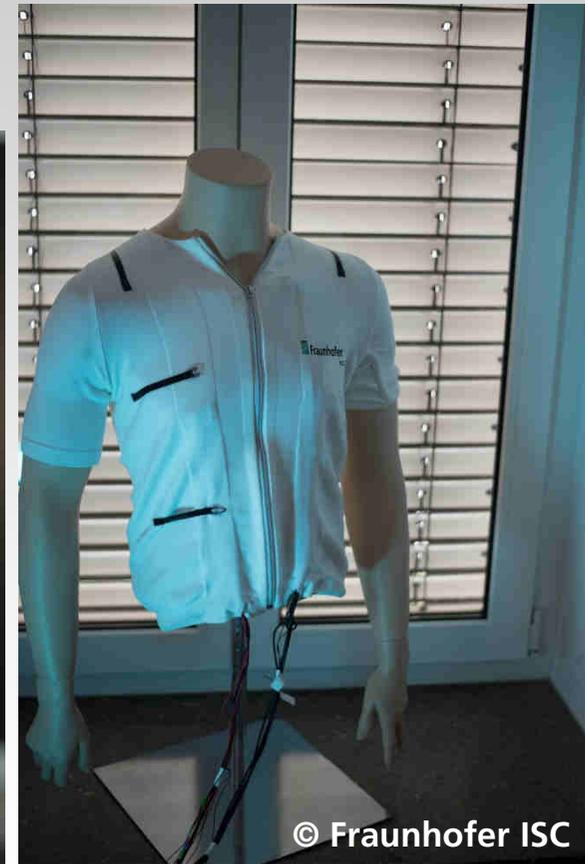
- Mobile Druckmessung in einer Messsocke oder einem Handschuh
- (Fehl-)Haltungsmessung und Atmungsmessung in „Smart Shirts“



© Fraunhofer



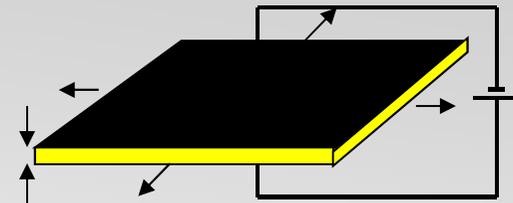
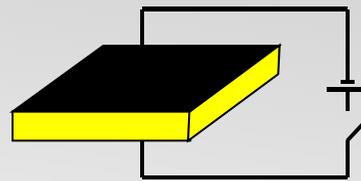
© Fraunhofer



© Fraunhofer ISC

Dielektrische Elastomere – Aktoren (DEA)

- Anlegen einer Spannung: Elektrostatische Anziehung der beiden Elektroden und Kompression der weichen Zwischenschicht
→ Dickenreduktion und Flächenausdehnung



Kenndaten von DEA:

- Lineare Ausdehnung von ca. 10 % (unter extremen Bedingungen bis zu ca. 100 %)
- Aktorkraft im Bereich wenige Newton
- Ansteuerfrequenz bis über 1 kHz
- Hoher Wirkungsgrad (ca. 80 %)
- Hohe Designvielfalt der Aktoren

Rollenaktor

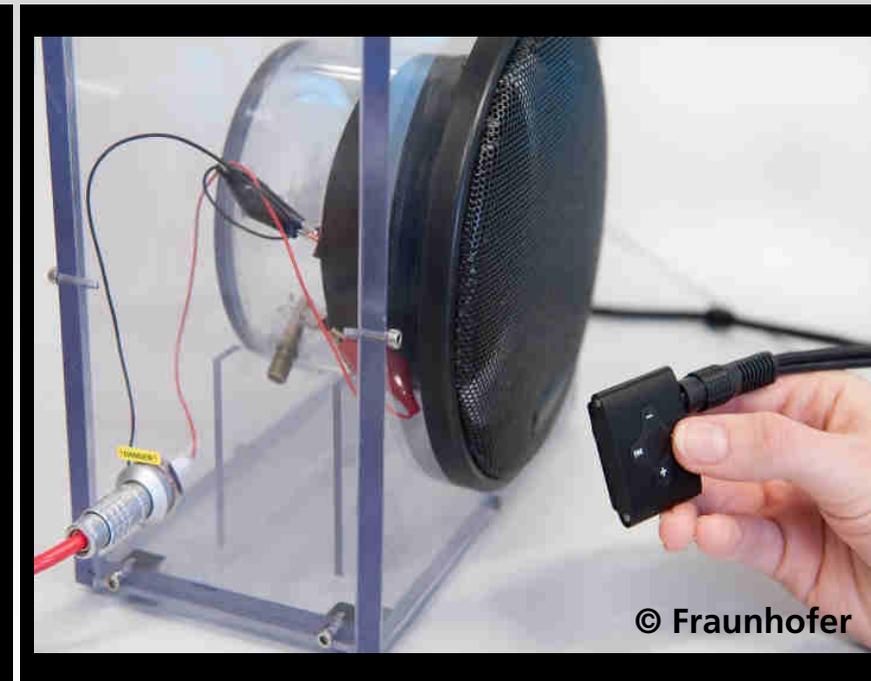


Anwendungsbeispiele Dielektrischer Elastomeraktoren (DEA)

Demonstrator für Hubaktor mit
Acryl-/Siliconelastomerfolie



Lautsprecher: Schallerzeugung durch
hochfrequente Aktuation



Magnetorheologische Elastomere (MRE)

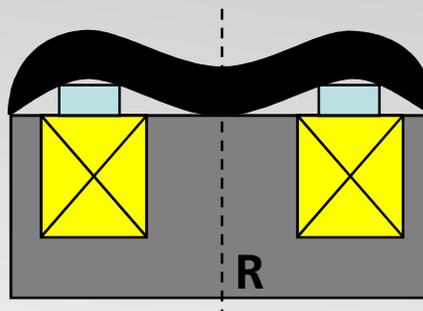
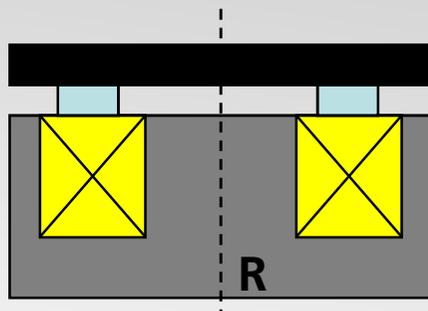
- Elastomerkomposit gefüllt mit magnetisierbaren Partikeln (Partikelgröße einige μm)
- Anlegen eines Magnetfelds erzeugt magnetische Dipole in den Partikeln innerhalb des Elastomers (entlang der Feldlinien)
→ Versteifung und Deformation des Materials
- Reversible Aktorik durch die Rückstellkräfte des Elastomers
- Schnelligkeit der Aktorik bis zu 10 Hz
- Aktorkraft im Bereich einige Newton
- Beliebige Probekörper durch Formwerkzeuge herstellbar



Anwendungsbeispiele

Magnetorheologische Elastomere

- Bedienoberfläche (Mensch-Maschine-Interface) mit haptischer Rückmeldung

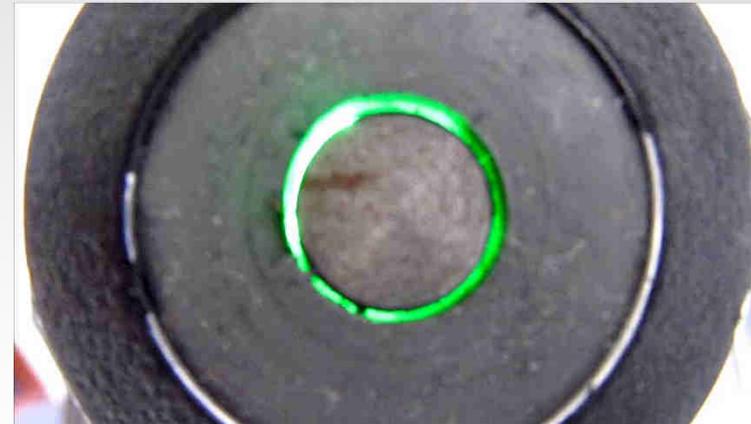


Anwendungsbeispiele

Magnetorheologische Elastomere

Ventil mit komplexer Bewegungsform

- Stufenlose Einstellung der Spaltweite und damit des Durchflusses möglich
- Medien: Luft, Flüssigkeiten



Anwendungsbeispiele

Magnetorheologische Elastomere

Bedienoberfläche mit integrierter Sensorik und Aktorik

Verbindung verschiedener Funktionen:

- Näherungssensorik zur Aktivierung weiterer Funktionen
- Aktorik zur Bereitstellung von Bedienfunktionen
- Drucksensorik zum Auslösen von Funktionen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Johannes Ziegler
Fraunhofer Institut für Silicatforschung ISC
CeSMA / Gruppenleiter Materialentwicklung
Neunerplatz 2 | 97082 Würzburg**

**+49 931 4100-601
johannes.ziegler@isc.fraunhofer.de
www.isc.fraunhofer.de
www.cesma.de**