
EINSATZPOTENTIALE THERMISCHER FORMGEDÄCHTNISLEGIERUNGEN IM AUTOMOBIL

Grundlagen und Anwendungen

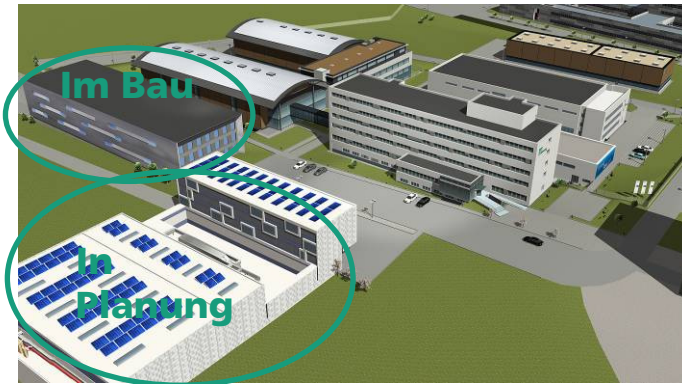
André Bucht

- Einführung
- Funktionsweise
- Anwendungen
- Zusammenfassung

Einführung

Das Fraunhofer IWU

Fraunhofer IWU Chemnitz



Institutsteil Dresden



Forschungsschwerpunkte

Produktionssysteme

Produktionstechnologien

Forschungsschwerpunkte

Fügetechnologien

Adaptronik und Akustik

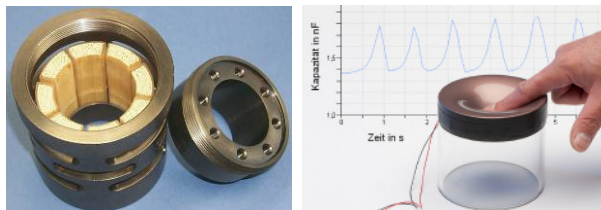


Einführung Adaptronik

- Integration aktorischer / sensorischer Funktionen in Strukturbauteile
- Aktive Werkstoffe dienen als Energiewandler zwischen Feldgröße und Mechanik

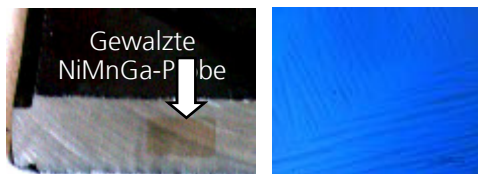
■ Elektrisches Feld

→ Piezo / DEA



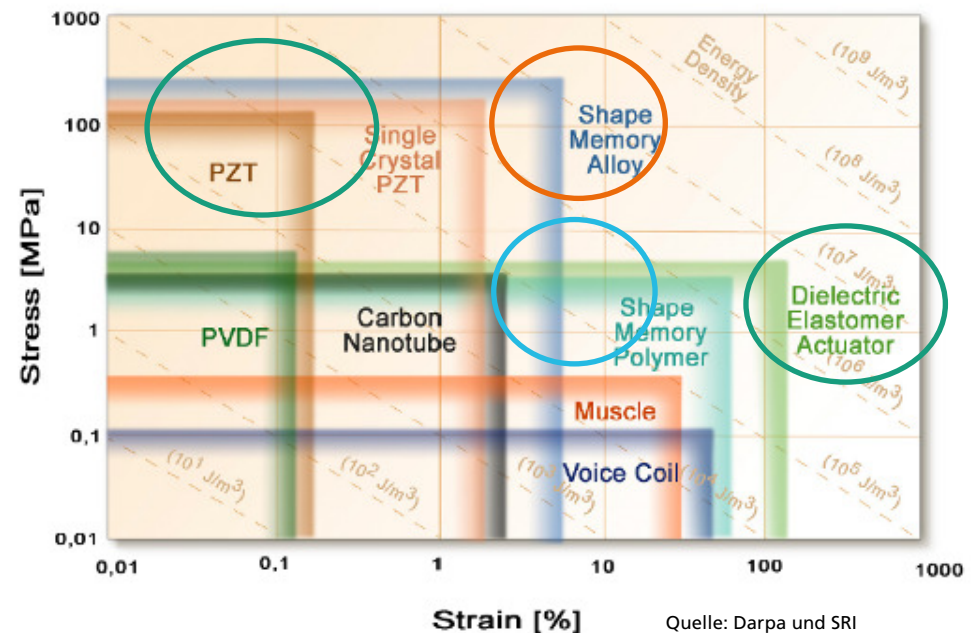
Quelle: Fh ISC

■ Magnetisches Feld → magnetische FGL



■ Thermisches Feld → thermische FGL

- Sehr hohe Materialspannungen
- Mittlere Dehnungen
- Höchstes Arbeitsvermögen



Quelle: Darpa und SRI International

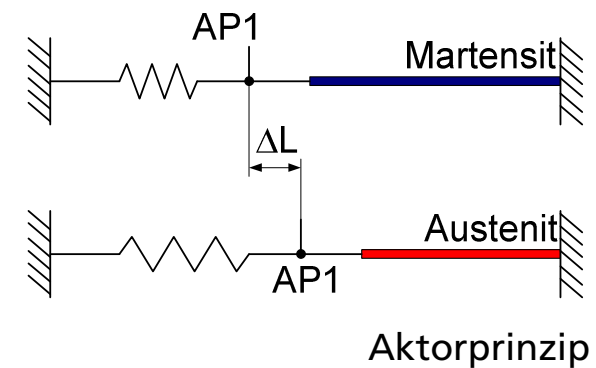
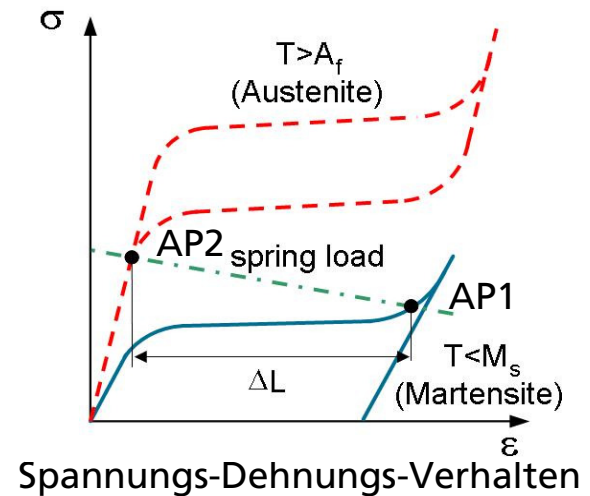


Quelle: Euroflex

Funktionsweise von Formgedächtnisaktoren

Mechanismen

- spezielle Legierungen, wechseln bei Temperaturänderung den Gefügezustand → **Änderung des Spannungs-Dehnungs-Verhaltens**
- Tieftemperaturphase: **Martensit**
 - Leicht verformbar
 - pseudoplastisch
- Hochtemperaturphase: **Austenit**
 - Höheres E-Modul
 - Superelastisch
- Aktorwirkung durch:
 - Vorspannen auf pseudoplastisches Niveau
 - Erwärmung (AP1 → AP2)
 - Abkühlen (AP2 → AP1)



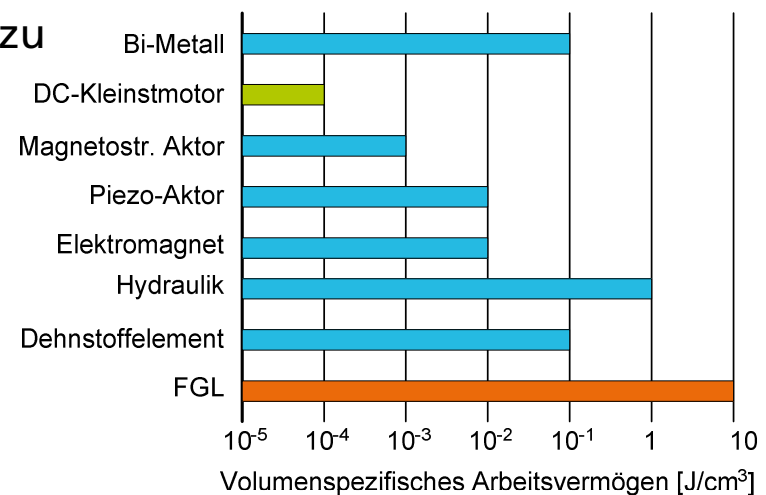
Funktionsweise von Formgedächtnisaktoren

Eigenschaften



Verschiedene FGL-Aktorgeometrien

- meist Einsatz von binären **Nickel-Titan-Legierungen**
- kommerziell verfügbar als Draht, Stab, Rohr oder Blech
- **Umwandlungstemperaturen** zwischen **-200°C und +100°C** abhängig von Legierungszusammensetzung
- **Dehnung** bis **maximal 4%** abhängig von der zu erreichenden Zyklenzahl
- **Blockierkräfte bis 350 N/mm²** abhängig von Zyklenzahl
- bei entsprechender Auslegung **Zyklenzahlen >1.000.000 möglich**
- sehr **große** spezifische **Energiedichte**
→ sehr großes Miniaturisierungspotential



Funktionsweise von Formgedächtnisaktoren

Einsatzpotenziale

- **mehr als 50 Stellantriebe** (Türen, Klima, Heizung,...) in aktuellen Fahrzeugen
- Aktuelle Effizienz-Diskussion verstärkt den Trend zur aktiven Schaltung von Funktionen (Aerodynamik, Thermomanagement) → **verstärkter Einsatz mechatronischer Komponenten**
- ➔ **FG-Aktor als Alternative** zum elektromagnetischen Stellantrieb

Co2-Reduktion

Leichtbau
Package

Komfort

Geräuschlosigkeit
Funktionserweiterung

Parameter

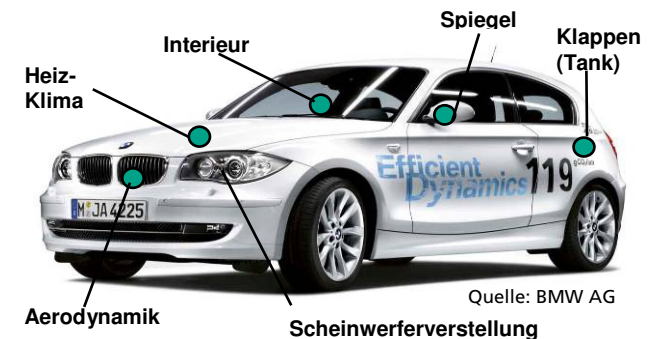
Kraft-Weg
Komplexität der Aufgabe
Dynamik
Temperaturbereiche

Technik

Zusatzfunktionalitäten
Funktionsintegration

Wirtschaftlichkeit

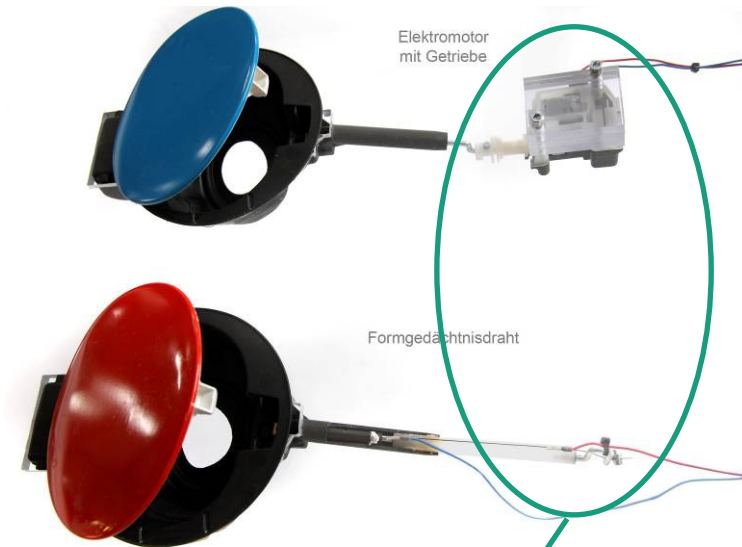
Preis
Mehrwert



Anwendungen von Formgedächtnisaktoren

Tankklappe

- **Aufgabe:** Entriegelung einer Tankklappe
- **Zielpotenziale:** Leichtbau, Package
- **Charakteristik:** kurzzeitig schaltend
- **Antriebsparameter:**
 - Kraft: 10 N → Aktordurchmesser: 0,3mm
 - Weg: 5mm → Aktorlänge: 120mm



Eigenschaft	E-Motor	FG-Aktor
Gewicht	104 g	10 g
Teilezahl	10	3
Baugröße	Basis	Bauraum für E-Motor entfällt

→ FG-Antrieb ist **komplett geräuschlos**



Entriegelung Tankklappe

Anwendungen von Formgedächtnisaktoren

Luftführung

- **Aufgabe:** Regelung der Innenluftzufuhr
- **Zielpotenziale:** Preis, Komfort (Akustik)
- **Charakteristik:** stufenlos geregelt
- **Antriebsparameter:**
 - Sensorlose Regelung durch Widerstandsmessung
 - Kraft: 5 N → Aktordurchmesser: 0,152 mm
 - Weg: 9 mm → Aktorlänge: 230 mm

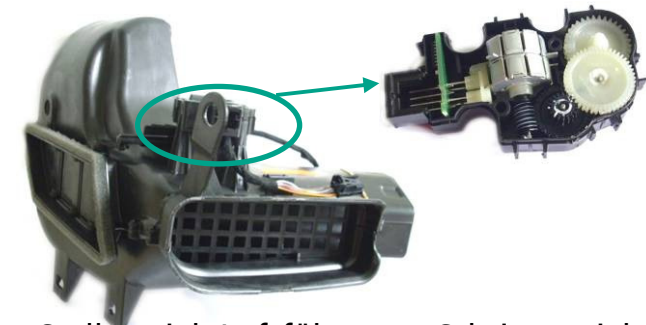
Eigenschaft	Schrittmotor	FG-Aktor
Zyklendauer	3 s	2-3 s
Preis	ca. 5,00 €*	ca. 2,50 €**
Gewicht	ca. 65 g	ca. 20 g
Anzahl Bauteile	ca. 20	ca.10

→ **Komplett geräuschlos**

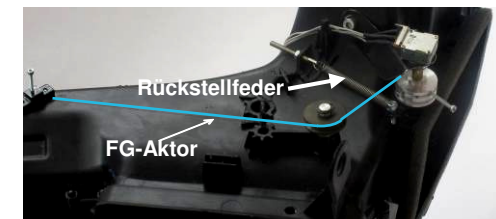
→ **Potenzial zur Integration des Aktors in Luftführung**

* Preis Elektromotor: Angabe Zulieferer

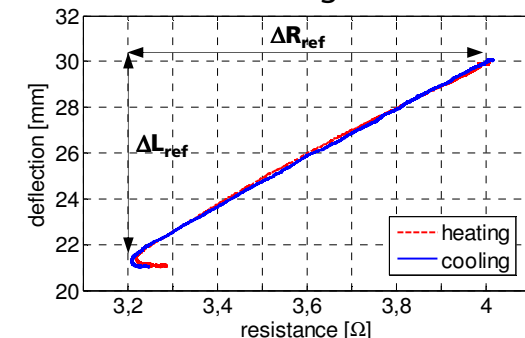
** Preis Formgedächtnisaktor: FhG-IWU Einkaufspreis der Einzelkomponenten, enthält keine Entwicklungskosten



Stellantrieb Luftführung – Schrittantrieb



Stellantrieb Luftführung – FG-Antrieb



Widerstands-Dehnungs-Kennlinie

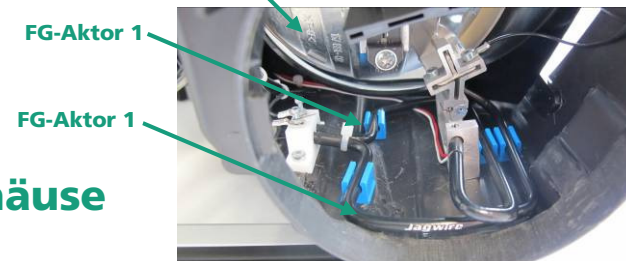
Anwendungen von Formgedächtnisaktoren

Leuchtweitenregulierung

- **Aufgabe:** Neigungsausgleich der Scheinwerfer
- **Zielpotenziale:** Package, Gewicht, Akustik
- **Charakteristik:** stufenlos gesteuert
- **Antriebsparameter:**
 - Flexible Aktorverlegung in Bowdenzug
 - Kraft: 15 N → Aktordurchmesser: 0,3 mm
 - Weg: 6 mm → Aktorlänge: 200 mm

Eigenschaft	E-Motor	FG-Aktor
Zyklendauer	6 s	4 s
Gewicht	ca. 52 g	ca. 35 g
Anzahl Bauteile	7	7

- ➔ **Komplett geräuschlos**
- ➔ Potenzial zur **Integration** des Aktors in **SW-Gehäuse**
- ➔ Besichtigung am **Stand des FGL-Netzwerks**



Leuchtweitenregulierung – FG-Antrieb

Anwendungen von Formgedächtnisaktoren

Entwicklung

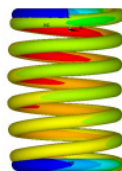
- Deutschlandweites **Unternehmensnetzwerk** mit dem Ziel einer **breiten Marktakzeptanz der FG-Technik**

- Abbildung der gesamten Wertschöpfungskette
- Bündelung des Entwicklungs-Know-How
- Herstellung von Synergien innerhalb des Netzwerkes

- **Mitglieder**

- 8 Unternehmen
- 2 assoziierte Partner
- 2 Forschungseinrichtungen

**Besuchen Sie uns
an unserem
Messestand!
Stand Nr. 94**



Quelle: Fraunhofer IWU



Assoziierte Partner:

Volkswagen AG
Alfmeier Präzision

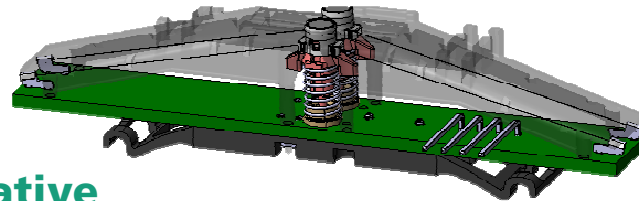
Gefördert durch:



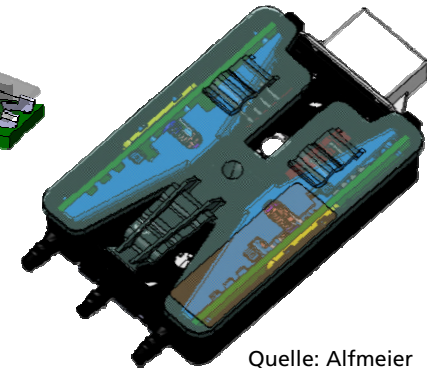
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Zusammenfassung

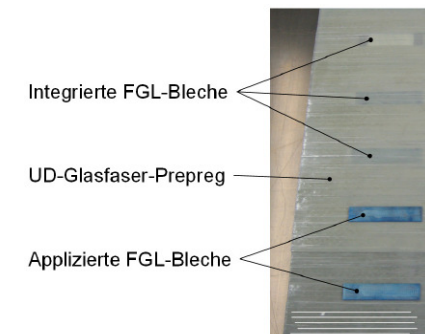
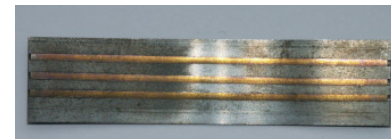
- Trend zu **verstärktem Einsatz mechatronischer Komponenten** im Kraftfahrzeug führt zu
 - Zusätzlichem Gewicht
 - Erhöhtem Bauraumbedarf
 - Steigenden Kosten
- **FG-Legierungen** bieten **Alternative** (leicht, klein, preiswert, geräuschlos)
- Erster **Serieneinsatz** im Automobil durch **Alfmeier Präzision AG:**
 - FG-Antrieb für 3/3-Wegeventil zum Einsatz in pneumatischen Sitzanwendungen (Stückzahl: mehrere Mio./Jahr)
- **steigendes Interesse** bei OEM's und Zulieferern für **applizierte Systemen**
- breite Marktakzeptanz durch
 - Standardlösungen / Modulbaukasten
 - Werkstoffnormung
 - Auslegungsrichtlinien
- FG-Aktoren sind keine Elektromotoren
→ entscheidend ist die richtige Anwendung



Quelle: Alfmeier



Quelle: Alfmeier



Vision: Integration von FG-Elementen in Strukturbauteile

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

André Bucht

Fraunhofer Institut Werkzeugmaschinen
und Umformtechnik

Tel: 0351 – 4772 2344

E-Mail: andre.bucht@iwu.fraunhofer.de