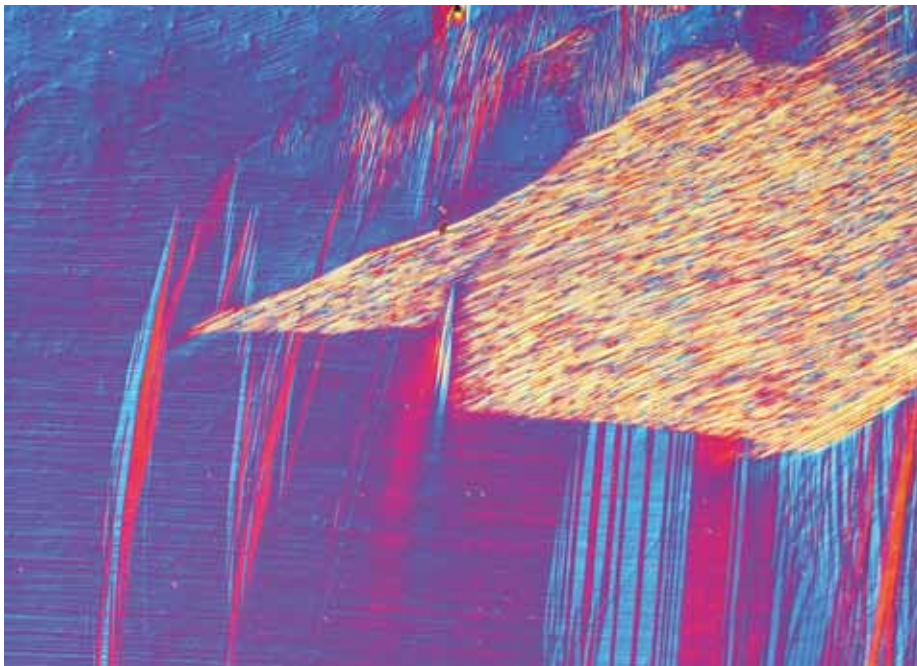


# Neuartige Aktoren für Industrie, Medizintechnik und Automobilbau

*Formgedächtnislegierungen haben eine tolle Eigenschaft: Sie reagieren aktiv auf äußere Einflüsse und erinnern sich dann an eine eingeprägte Form. Sie eignen sich somit als Aktoren.*



**Bild 1:** Gefüge einer magnetischen Formgedächtnislegierung

**M**ultifunktionswerkstoffe wie thermische oder magnetische Formgedächtnislegierungen bieten ein hohes Potenzial für neue Aktorkonzepte. Denn sie besitzen die Fähigkeit, sich an eine frühere Formgebung zu erinnern. Nutzt man diese Werkstoffeigenschaften, lassen sich smarte Systeme aufbauen, die aktiv auf äußere Einflussfaktoren wie Magnetfelder, Temperatur und Belastung reagieren. Diese Produkte zielen auf einen Markt mit steigendem Bedarf an präzisen und systemfähigen Aktorelementen wie die Automatisierungs- und Medizintechnik und den Automobilbau.

Konventionelle Formgedächtnislegierungen (FGL), die abhängig von der Temperatur oder mechanischer Spannung ihre Form ändern können (thermischer bzw. superelastischer Effekt), sind im Markt eingeführt. Ein großes Marktvolumen für diese NiTi-Legierungen bietet die Medizintechnik. In großem Umfang und Stückzahlen werden Stents (Gefäßstützen) in der Kardiologie eingesetzt.

Das Potenzial der FGL, sich an eine eingeprägte Form nach hohen pseudoplastischen Dehnungen von ca. 8% zu erinnern, wird dagegen im Maschinenbau so gut wie nicht genutzt. Allerdings setzt der Fortschritt bei der Herstellung von massiven NiTi-Halbzeugen (Bleche, Stäbe etc.) neue Impulse zum Aufbau von Aktorsystemen für industrielle Anwendungen. Denkbar wäre, dass die Wärme, die in einer Maschine oder in einem Prozess entsteht, zur Aktivierung der Formän-

derung verwendet werden kann. Untersuchungen des Fraunhofer IWU konzentrieren sich derzeit auf den Wärmefluss zwischen Wärmequelle, Aktor und Umgebung.

Im Automobilbau werden FGL z.B. für Sitzanwendungen verwendet. Ein aktuelles Beispiel ist ein vom Fraunhofer IWU entwickelter Demonstrator zur „Tankklappenentriegelung“, der das hohe Potential der gewichts- und raumsparenden Lösungskonzepte mit FGL aufzeigt (Bild 2).

Eine spezielle Nische der Formgedächtnismaterialien sind die Magnetic Shape Memory-Materialien (MSM). Diese Materialklasse ist vergleichsweise neu mit ersten wissenschaftlichen Arbeiten in den 1990er Jahren und allgemein unbekannter, wodurch ihr Potential oft unterschätzt wird.

MSM-Materialien (sie zeigen auch den thermischen Formgedächtniseffekt) reagieren in der martensitischen Phase auf ein magnetisches Feld mit einer makroskopischen Formänderung von bis zu 10%. Materialwissenschaftlich besteht enge Verwandtschaft zu den NiTi-Systemen. Trotzdem sind die Mechanismen grundverschieden und damit die Anwendungen ganz andere.

Das Magnetfeld führt zur Verschiebung von Zwillingsgrenzen zwischen zwei Martensitvarianten bzw. einem Umklappen einer meist tetragonalen Kristallstruktur. Die magnetische Aktivierung erlaubt erheblich kürzere Schaltzeiten auch bei periodischen Vorgängen als die thermischen FGL.

FGL haben ihre Einsatzgrenze im Bereich von 10 Hz, während MSM in den kHz-Bereich

## Der Formgedächtniseffekt

Ausgewählte Legierungen haben die Eigenschaft, sich zum Beispiel bei Erwärmung nach einer scheinbar plastischen Verformung wieder an ihre ursprüngliche Form zu „erinnern“. Dieser Vorgang wird als Memory- oder Formgedächtnis-

effekt bezeichnet. Er basiert auf einem Übergang von der Tieftemperaturphase (Martensit) in eine Hochtemperaturphase (Austenit) des Gefüges aufgrund von Umklappvorgängen der hoch beweglichen Zwillingsgrenzen.

**PRAXIS  
WERT**

## Netzwerk Formgedächtnislegierungen

Im Vergleich zu Konstruktionswerkstoffen sind Formgedächtnislegierungen (FGL) bisher zu wenig in technischen Anwendungen etabliert. Grund hierfür ist zum einen die Existenz von nicht unerheblichen Hürden, die im Umgang mit FGL zu meistern sind. Zu nennen sind fehlende Werkstoffdaten, Konstruktions- und Simulationswerkzeuge sowie die noch nicht existierende Normung von Prozessen und Verfahren. Zum anderen besteht insbesondere bei klein- und mittelständischen Unternehmen eine Hemmschwelle beim Einsatz dieser neuen Technologie und den damit verbundenen technischen und wirtschaftlichen Risiken.

Aus diesem Grund wurde eine Plattform für Unternehmen aus allen Industriezweigen, die sich mit FGL beschäftigen oder an ihnen interessiert sind, ins Leben gerufen: „Effiziente Wertschöpfung bei Herstellung und Anwendung von Formgedächtnislegierungen“ (EffHA-FGL).

Ziel des Netzwerkes ist es, die Vorteile der FGL als „Multifunktionswerkstoffe“ durch innovative Verfahren, Dienstleistungen und neue Produkte entlang der Wertschöpfungskette in neuen Märkten und Aufgabenfeldern zu etablieren. Zum Netzwerk gehören derzeit 16 Unternehmen und Forschungseinrichtungen.

Bild: Fraunhofer IWU



**Bild 2:** Gewichts- und raumsparende Tankklappenentriegelung mit Formgedächtnisdraht (vorn rechts) im Vergleich zum Elektromotor (links)

arbeiten können. Auch die Lebensdauer von MSM ist erheblich höher: Bei FGL-Materialien liegt das Limit – bedingt durch die Beanspruchung des Materials bei der Phasenumwandlung – im Bereich von  $10^6$  Schaltungen, während für MSM Schaltspielzahlen von  $10^8$  und  $10^9$  demonstriert wurden. Der Nachteil von MSM liegt bei der deutlichen geringeren Blockierspannung von ca. 3 MPa. Bezogen auf den Materialquerschnitt können somit geringere Lasten bewegt werden als mit FGL.

MSM-Materialien sind heute nur eingeschränkt kommerziell verfügbar, während FGL-Elemente von verschiedenen Anbietern als Katalogware problemlos bezogen werden können. Die gängigen MSM-Materialien sind keine Drähte, Federn etc. wie von FGL bekannt, sondern einkristalline quaderförmige NiMnGa-Elemente mit Größen von wenigen bis zu einigen Hundert mm<sup>3</sup>. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass der MSM-Effekt (die

Dehnung) am größten ist, wenn der gerichtete Stimulus des Magnetfeldes auf eine passend ausgerichtete Kristallstruktur trifft, während für den FGL-Effekt mit richtungslosem Temperaturstimulus polykristalline Materialien ausreichen.

Die MSM-Technologie befindet sich nach knapp 20 Jahren Entwicklungszeit heute an der Schwelle zu ersten Nischenanwendungen. Die Technologie besitzt ein großes Potential, breite Verwendung in Ventilen und Stellaktoren, aber auch als Sensoren oder für Energy Harvester zu finden. (Nach Unterlagen von Fraunhofer IWU.) // KR

Fraunhofer IWU +49(0)351 47722320

### InfoClick

■ Zum FGL-Netzwerk

[www.elektronikpraxis.de](http://www.elektronikpraxis.de)

InfoClick 3570931



**Für Sie zählen Verbindungen mit Perspektive**  
**OMNIMATE begleitet Ihr Gerät in die Zukunft**  
**Let's connect.**

Zukunftssichere Geräte sind Ihr Ziel. Daher setzen Sie auf zuverlässige Komponenten mit großer Packungsdichte und Hochleistungsperformance.

Unsere OMNIMATE-Signalsteckverbinder B2CF/S2C bieten Ihnen aussichtsreiche Perspektiven:

- halogenfreier Kunststoff mit niedrigem Entflammbarkeitsrisiko
- erweiterte internationale Zulassungen
- fingersichere Stiftleiste und materialschonender Löseriegel
- hohe Packungsdichte für Kompaktbauweise

Wir schaffen die beste Verbindung. Let's connect.  
[www.weidmueller.com/OMNIMATE](http://www.weidmueller.com/OMNIMATE)

**electronica** 2012  
inside tomorrow  
Halle B4 · Stand 543

**sps ipc drives**

Nürnberg, 27.-29.11.2012  
Halle 9 · Stand 9-351

