



Kraft der Erinnerung

Sie sind leicht, leise und sparsam im Energieverbrauch - Aktoren aus Formgedächtnislegierungen. Eingesetzt werden sie jedoch eher selten. Ein Hersteller- und Anwender-Netzwerk will das ändern.

Text: Michaela Neuner

Die Werkstoff-Bilder zeigen magnetische Ni-Mn-Ga-FGL mit Zwillingen (Streifen), die den Formgedächtniseffekt ermöglichen. Die lichtmikroskopischen Aufnahmen wurden mit Hilfe eines speziellen Kontrastes aufgenommen.
© Fraunhofer IWU

Sobald die Pkw-Zündung an ist und der Motor läuft, surrt fast ständig irgendwo im Auto ein Elektromotor. Per Knopfdruck oder automatisch stellen die elektrischen Helfer Sitzhöhen und Seitenspiegel ein, führen Scheinwerfer nach, bewegen Fenster und Scheibenwischer oder regeln Heizungsventile. In aktuellen Modellen sind mittlerweile mehr als 50 elektrische Stellantriebe verbaut, Tendenz steigend.

»Eher früher als später wird dieser Trend an technische, physikalische und wirtschaftliche Grenzen stoßen«, stellt Holger Kunze vom Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Dresden fest. Denn die Stellmotoren verbrauchen Strom und Raum, und auch ihr Gewicht addiert sich – schon allein wegen der Magnetspule, ohne die kein Elektromotor läuft. Dazu kommen steigende Anforderungen an Energieeffizienz und Klimaschutz – denn je leichter ein Fahrzeug ist, desto weniger Energie muss aufgewendet werden, um es zu bewegen. Besonders kritisch sind Gewicht und Stromverbrauch bei Elektrowagen. »Mechatronische Komponenten bieten hier interessante Alternativen zu kleinen Elektromotoren«, ist sich

Adaptroniker Kunze sicher – insbesondere das Potenzial von Aktoren auf der Basis von Formgedächtnislegierungen (FGL) sei noch längst nicht ausgeschöpft. Sie eignen sich vor allem als Ersatz für kleine Stellantriebe, die zum Beispiel Ventile öffnen oder schließen, Lüftungsklappen bewegen oder Spiegel justieren.

Die FGL-Systeme punkten durch ihr niedriges Gewicht und ihren geringeren Platzbedarf gegenüber Elektromotoren. Im Gegensatz zu diesen arbeiten sie lautlos, sind kompakter, brauchen weniger Strom, und auch die Anzahl der Einzelteile verringert sich. Das reduziert die Fehleranfälligkeit. Formgedächtnislegierungen lassen sich um acht bis zehn Prozent dehnen und sind damit deutlich elastischer als konventionelle Metalllegierungen. Dabei bewegen sie ein Vielfaches ihres Eigengewichts: Ein zwei Millimeter starker Formgedächtnisdraht kann eine Last von mehr als 100 Kilogramm anheben.

Für verschiedene Anwendungen in Fahrzeugen haben Wissenschaftler des IWU FGL-Aktoren mit konventionellen Systemen verglichen: So lässt

sich die Leuchtweite von Frontscheinwerfern mit einem etwa 50 Gramm schweren Elektromotor regulieren oder mit einem FGL-Aktor mit 35 Gramm, der dreimal so schnell reagiert. Soll die Tankklappe elektrisch ver- und entriegelt werden, kann diese Aufgabe ein 104 Gramm schwerer Elektromotor mit Getriebe übernehmen, der aus zehn Teilen besteht, oder ein dreiteiliger Formgedächtnis-Aktor, der nur zehn Gramm wiegt und nicht mehr Bauraum braucht, als für die Verlegung eines Kabels nötig wäre.

Formgedächtnislegierungen sind in der Medizin im Einsatz

Im Autobau steckt der Einsatz von Formgedächtnislegierungen noch in den Kinderschuhen. Anders in der Medizintechnik: Hier sind sie schon längst Standard – für chirurgische Werkzeuge, Klammern, die gebrochene Knochen fixieren oder Stents: Röhrenförmige Gefäßstützen aus maschenartigem Gewebe die verengte Arterien wieder durchgängig machen. Sie bestehen aus einer Nickel-Titan-Legierung, deren Formgedächtnis-Effekt (s. Kasten) durch eine bestimmte Temperatur ausgelöst wird: So lässt sich das

Werkstoffe mit Formgedächtnis

Der Trick mit der verbogenen Büroklammer, die, in heiße Flüssigkeit getaucht, wieder ihre ursprüngliche Form annimmt, ist ein Klassiker. Anders als ihre handelsüblichen Schwestern, besteht diese Büroklammer aus einer Formgedächtnislegierung (FGL). In die besondere atomare Gitterstruktur der FGL-Werkstoffe lässt sich eine Form einprägen, die selbst dann gespeichert bleibt, wenn der Werkstoff durch mechanische Kräfte verbogen wird.

Neben metallischen Legierungen gibt es auch Kunststoffe, Faserverbundwerkstoffe und chemische Substanzen mit Formgedächtnis. Wie FGL nehmen sie die eingebrachte Form wieder an, wenn der passende Reiz auf sie einwirkt – eine vorgegebene Temperatur, ein Magnetfeld oder Licht einer bestimmten Wellenlänge.


weitmaschige Gitter des Stents für die Operation zu einer kompakten, aber extrem biegsamen Röhre zusammenschieben. Erst an ihrem Bestimmungsort entfaltet sich diese wieder zu ihrer ursprünglichen Größe und Form.

»In der Medizintechnik haben sich Formgedächtnislegierungen unter anderem deshalb bereits etabliert, weil Funktion und Qualität hier deutlich stärker ins Gewicht fallen als die Kosten«, erklärt Dr. Andrea Böhm vom IWU.

»In anderen Bereichen wird stärker auf den Cent geschaut, und etwas teurere Materialien sind dann im Nachteil.« Auch sind die Werkstoffe und ihre Möglichkeiten bislang nicht bekannt genug. Zudem fehlen für viele Anwendungen noch Werkstoffdaten, Konstruktions- und Simulationswerkzeuge sowie genormte Prozesse und Verfahren.

Im Sommer 2010 hat das IWU deshalb das »FGL-Netzwerk« gegründet. Sein Ziel ist es, Formgedächtnislegierungen für technische Anwendungen im industriellen Maßstab nutzbar zu machen. »Das Netzwerk soll helfen, bestehende Lücken in der Wertschöpfungskette zu

schließen«, so Netzwerk-Managerin Böhm. Es steht allen Unternehmen offen, die sich mit Formgedächtnislegierungen beschäftigen oder an ihnen interessiert sind und will vor allem Anwender und Hersteller an einen Tisch bringen: »Das Problem ist häufig, dass der Materialhersteller die spezifische Anforderung braucht, um ein spezielles Material mit den gewünschten Eigenschaften herstellen zu können, während der Anwender gleich eine fertige Lösung haben will«, berichtet Böhm.

 www.fgl-netzwerk.de

Bislang beteiligen sich 13 Firmen sowie drei Forschungseinrichtungen am Netzwerk. Der Schwerpunkt liegt bei Anwendungen, die den bereits etablierten thermischen Formgedächtnis-Effekt nutzen. Auf der Agenda eines Unternehmens des Netzwerks stehen jedoch auch FGL der jüngsten Generation, die durch Magnetfelder aktiviert werden. In der Regel bestehen diese aus einer Nickel-Mangan-Gallium-Legierung, einer Materialklasse, die 1996 entdeckt wurde. »Der Hauptvorteil der magnetischen FGL ist, dass sie sich mit einer höheren Frequenz be-

treiben lassen. Sie sind schneller als thermische, weil sich ein Magnetfeld von einem Moment auf den nächsten an- oder abschalten lässt. Die Temperatur in einem massiven Nickel-Titan-Werkstoff kann hingegen nur relativ langsam wieder verringert werden«, erklärt Böhm.

Die Grundlagen für die großtechnische Produktion von magnetischen FGL sind vorhanden. Wissenschaftler am IWU arbeiten derzeit unter anderem an Bearbeitungsprozessen und suchen nach alternativen Legierungen: »Bislang sind die Temperaturbereiche noch eingeschränkt, in denen magnetische Formgedächtnislegierungen arbeiten. Bei den Nickel-Mangan-Gallium-Legierungen ist es außerdem so, dass die Preise für den Rohstoff Gallium relativ hoch sind. Deshalb wollen wir Legierungen ohne Gallium und mit höheren Umwandlungstemperaturen entwickeln«, verrät Böhm.

Thermische FGL-Aktoren auf Nickel-Titan-Basis erobern derweil bereits neues Terrain: Bildstabilisierungs- und Autofokus-Systeme für Smartphones. Die neue Modell-Generation soll noch dieses Jahr in Produktion gehen. ■