

Schlaue Drähte – Einsatz von Materialien mit „Gedächtnis“

In vielen technischen Applikationen entstehen Forderungen nach kurzhubigen Bewegungen mit vergleichsweise hohen Kräften. Diese Forderungen sind meist gepaart mit Kostendruck und einem Mangel an Bauraum. Hier können Formgedächtnisdrähte, sogenannte Nitinol-Drähte, eine gute Alternative bieten.

Der Name “Nitinol” steht für "**N**ickel **T**itanium **N**aval **O**rdnance **L**aboratory". Es handelt sich hierbei um eine Nickel-Titan-Legierung, erstmals entwickelt vom Naval Ordnance Laboratory in den USA.

Zwei herausstechende Eigenschaften der Legierung sollen hier erwähnt werden:

1. Pseudoelastizität oder mechanischer Memory-Effekt

- Die Elastizität der Legierung kann die von herkömmlichen Metallen um das 20fache übertreffen.

2. Formgedächtnis oder thermischer Memory-Effekt

- Nach einer mechanischen Formänderung unterhalb seiner Umwandlungstemperatur kann die Legierung durch Erwärmung in ihre ursprüngliche Form zurückgestellt werden.

Aus der zweiten genannten Eigenschaft resultiert die Überlegung, diesen Memory-Effekt zur Umwandlung von thermischer in mechanische Energie zu nutzen.

Der Einsatz von Formgedächtnislegierungen für Antriebe ist bereits seit mehr als zwei Jahrzehnten bekannt und wird in verschiedensten Applikationen genutzt. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde diese Technik bei M.TEC als Aktuator für eine Sperrklinke in einem Handyhalter eingesetzt. Abb. 1 zeigt einen Prototypaufbau hierzu.

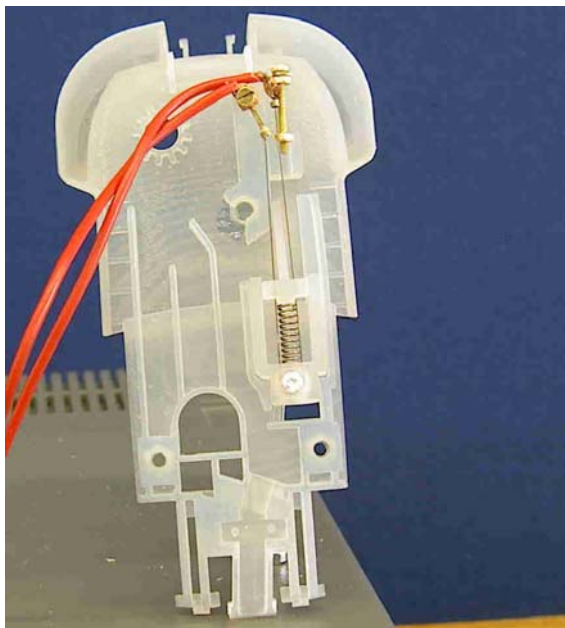


Abb.1: Versuchsaufbau mit Nitinol-Draht als Aktuator für Sperrklinke in einem Handyhalter.
Bild: M.TEC



Abb.2: Mobilfunkhalterung
Bild: M.TEC

Typische Funktionsweise:

Ein Nitinol-Draht wird als Aktor zwischen dem zu bewegenden Element und einem festen Lager gespannt. Wird der Draht z.B. durch Bestromung erwärmt, zieht er sich in seinen Ausgangszustand zusammen und bewegt damit das Element. Dieses kann dann entweder durch Federkraft oder durch einen weiteren Nitinoldraht wieder in (gespannte) Ausgangslage gebracht werden. Die Technik kann mit (bistabilen) Halteelementen kombiniert werden, um den ausgelenkten Zustand energiefrei beizubehalten.

Vorteile:

- Geringer Bauraumbedarf.
- Vergleichsweise hohe zu erzielende Kräfte.
- Die Geschwindigkeit der Formänderung bei Erwärmung kann z.B. durch kurzzeitige Überstromung sehr hoch angesetzt werden.
- Die Technik kann kaskadiert und sowohl seriell als auch parallel eingesetzt werden. Dadurch können Nutzkraft- und/oder Weg erhöht werden.
- Die oft nötige Umwandlung von rotatorischer in lineare Bewegung entfällt.
- Die Umwandlungstemperatur kann über die Legierung zwischen -200°C und $+110^{\circ}\text{C}$ eingestellt werden.

Nachteile:

- Es sind nur sehr geringe Wege zu erzielen. Diese sind proportional abhängig von der Drahtlänge. Es kann mit ca. 2-3% der Drahtlänge als Nutzhub gerechnet werden.
- Es besteht eine Hysterese zwischen den Zuständen der Formänderung.
- Die Abkühlung der Drähte kann (abhängig von Isolation und Umgebungstemperatur) deutlich länger dauern als der Aufheizvorgang.

Anwendungsbeispiele:

- Steuern von Lüftungsklappen in der Fahrzeugklimatisierung.
- Anheben eines Lese/Schreibkopfes von z.B. MD-Playern.
- Formänderung adaptiver Tragflächengeometrien.
- Formänderung in Kieferorthopädischen Produkten.
- Aktuation von Gelenken und Greifern in der Robotertechnik.
- Antrieb von Pumpen durch 2 gegeneinander arbeitende Nitinoldrähte.
- Öffnen von Sperrklinken, Riegeln, Haken verschiedenster Art.

Es gibt eine Reihe unterschiedlicher Legierungen mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften. Eine wichtige, über die Zusammensetzung steuerbare Größe, ist die Umwandlungstemperatur.

In vielen Fällen kann der Einsatz von NiTiNol-Technik eine für Bauraum, Gewicht und Kosten optimierte Alternative zu herkömmlichen Antrieben darstellen.

M.TEC bezieht die Einsatzmöglichkeiten dieser Technik daher in der Konzeptionsphase entsprechender Anwendungen stets mit ein.