

Experiment

Formgedächtnis-Materialien: Memory-Metall

Formgedächtnislegierungen (Memorymetalle) sind spezielle Metalle, die sich nach einer starken Verformung an die frühere Form „erinnern“ können. In diesem Versuch werden eine Büroklammer aus Nitinol (eine Legierung aus Nickel und Titan) und ein Formgedächtnis-Polymer untersucht.

Sicherheitshinweise:

Vorsicht: Verbrennungsgefahr an der Heizplatte und am Wasserbad!



Materialien:

Memory-Draht (Büroklammer), Formgedächtnis-Polymer, Kristallisierschale mit Wasser, Pinzette, Magnetrührer mit Heizplatte und Kontaktthermometer

Durchführung

1. Verbiege den Draht der Büroklammer in eine beliebige Form. Gib ihn dann in ein Wasserbad und erhitze dieses langsam. Beobachte, bei welcher Temperatur der Draht in seine alte Form “zurückspringt“.

Wichtig! Der Draht darf nicht über 90°C erhitzt werden, sonst wird er irreversibel beschädigt. Entferne den Draht daher vorher mit der Pinzette.

2. Das Formgedächtnis-Polymer lässt sich dagegen im kalten Zustand nicht verformen, sondern muss im Wasserbad erwärmt werden. Bei 50°C-60°C erhält das Formgedächtnis-Polymer seine ursprüngliche Form (ein entspannter Streifen) und kann beliebig verformt werden. Wichtig! Nur soweit deformieren, bis sich ein Widerstand spüren lässt. Das Polymer nicht kaputtreißen.

Arbeitsauftrag:

Vergleiche das Verhalten der beiden Formgedächtnismaterialien. Versuche deine Beobachtungen zu erklären und nimm dafür auch die Information im Anhang zur Hilfe.

Information

Formgedächtnis-Effekt

Bei dem Formgedächtnis (Memory) Effekt geht es um die Bewegung auf Nanoebene. Während die meisten Metalle immer dieselbe Kristallstruktur bis zu ihrem Schmelzpunkt besitzen, haben Formgedächtnislegierungen, abhängig von der Temperatur, zwei unterschiedliche Strukturen: **Austenit**, die Hochtemperaturphase (Abb. 9 c) und **Martensit**, die Niedertemperaturphase (Abb. 9 a, b). Beide können durch Temperaturänderung ineinander übergehen (Zweiwegeeffekt).

In der Weltraumtechnik werden Formgedächtnismaterialien oft zum Entfalten der Sonnensegel verwendet, dabei wird hauptsächlich der Einwegeffekt benutzt.

Für Anwendungen der Memory-Metalle spielt ein zweiter Effekt, die Superelastizität, eine große Rolle. Durch die Legierungszusammensetzung erreicht man entweder einen Formgedächtnis- oder Superelastizitätseffekt.

Aus superelastischen Formgedächtnis-Legierungen macht man Zahnspangendrähte, die wegen der konstanten Spannung nicht so oft korrigiert werden müssen. Ein Brillengestell ohne Schrauben, das im Etui zusammengeklappt werden kann, besteht ebenso aus diesem Material.

In der Medizin verwendet man Formgedächtnislegierungen für die Implantate bei bestimmten Formen der Gehörlosigkeit. Dafür fertigt man die Elektrode aus einer nanostrukturierten Formgedächtnislegierung. Die Elektrode ist bei Raumtemperatur gestreckt und gerade, nimmt dann aber beim Implantieren in die Hörschnecke durch die Körperwärme die für den Patienten ideale Passform an.

Eine andere Anwendung sind Stents – Gefäßstützen, mit denen z.B. Adern offengehalten werden können. Macht man diese Stents aus einer superelastischen Legierung, dann kann man sie leicht in einen Katheter einfügen, an die richtige Stelle transportieren und dort den Katheter zurückziehen, so dass sich der Stent entfaltet.

Am HZG werden Kunststoffe mit Formgedächtnis entwickelt, die ebenso als Gefäßstützen künftig Einsatz finden sollen.

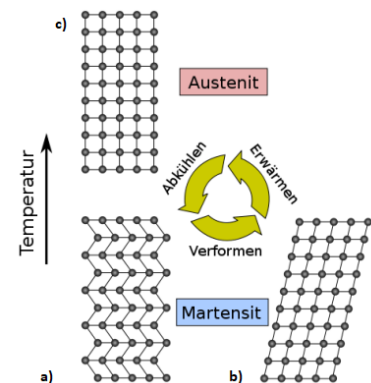


Abb.9: Strukturumwandlung zwischen Austenit und Martensit, Wikimedia Commons, Degreen, CC-BY-SA-3.0-migrated, GFDL