Eine formbewusste Legierung - Materialien für das Bauwesen

Eine formbewusste Legierung - Materialien für das Bauwesen
Formgedächtnislegierungen (engl. shape memory alloy, SMA) nehmen selbst nach starker Verformung automatisch oder durch Wärmeeinwirkung wieder ihre ursprüngliche Gestalt an. Das macht sie zu einem interessanten Werkstoff, der heute ausser für Brillengestelle bereits für Thermostate, Stents und Mikroaktuatoren verwendet wird. Auch im Bauwesen sind Anwendungen denkbar, für die Verstärkung von Brücken etwa.
Wird ein Betonträger mit SMA-Stäben bewehrt, lassen sich diese durch Hitze aktivieren: Sie wollen sich in ihre ursprüngliche Form zusammenziehen. Da sie aber einbetoniert sind, geht das nicht, es entsteht eine Vorspannung. Der Effekt liesse sich somit nutzen, um zum Beispiel ganze Brückendecks vorzuspannen. Die SMA-Stäbe müssen lediglich mittels Durchleiten von Strom erhitzt werden, damit sie sich vorspannen. Eine aufwändige Spannvorrichtung und Hüllrohre entfallen.
Für den Bau wenig attraktiv sind Nickel-Titan-Legierungen, aus denen Brillengestelle oder Stents gefertigt werden. Interessant sind vielmehr Produkte auf Eisenbasis, da diese nicht nur viel günstiger sind, sondern auch deutlich geringere Prozesskosten aufweisen. Bislang mussten sie zur Aktivierung des Formgedächtniseffekts allerdings auf bis zu 400ºC erhitzt werden. Das ist für den Einsatz in Beton und Mörtel oder anderen temperaturempfindlichen Materialien zu hoch. Empa-Forschern um Christian Leinenbach aus der Abteilung "Fügetechnologie und Korrosion" ist es nun gelungen, eine neuartige Eisen-Mangan-Silizium-Legierung zu entwickeln: Sie lässt sich bereits bei für Beton erträglichen Temperaturen um die 160 ºC aktivieren. Dazu designten die Materialwissenschaftler mittels thermodynamischer Simulationen virtuelle Legierungen. Die aussichtsreichsten Kombinationen wurden daraufhin im Labor hergestellt und auf ihre Formgedächtniseigenschaften hin untersucht. Mit Erfolg: Gleich mehrere dieser neuen Materialien genügten den Anforderungen der Bauingenieurkollegen - ein Meilenstein auf dem Weg zum günstigen Formgedächtnisstahl für Anwendungen im Industrie- sprich Tonnenmassstab.
Der lange Weg vom Labor zum fertigen Produkt
Christoph Czaderski von der Empa-Abteilung "Ingenieur-Strukturen" sieht für eisenbasierte SMA im Bauwesen gute Chancen, weil das Vorspannen einfacher und deshalb günstiger ist als bei konventionellen Spannsystemen. Zudem sind sogar vorgespannte Systeme denkbar, die mit konventionellen Methoden nicht oder nur sehr schwierig machbar sind, wie Kurzfaserbeton, Stützenumwicklungen, Einschlitzlamellen oder gerippte Bewehrungsstähle. Eine von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) finanzierte Machbarkeitsstudie zeigte vor Kurzem, dass die neuen Legierungen nicht nur im Labormassstab von wenigen Kilogramm, sondern sogar im Industriemassstab hergestellt werden können. Der Herstellungsprozess wurde mit der österreichischen Universität Leoben, der deutschen TU Bergakademie Freiberg und der deutschen Firma G. Rau GmbH entwickelt.
Die Umformung von rund 100 kg schweren Gussblöcken zu etwa zwei Millimeter dünnen Lamellen oder zu gerippten Bewehrungsstäben bei Temperaturen von mehr als 1000 ºC benötigt ein enormes Fachwissen - und die entsprechende Ausrüstung. Auch mussten die Umformungsprozesse auf die neuartigen Legierungen angepasst werden. Die so hergestellten Lamellen bewährten sich in den nachfolgenden Tests, bei denen sie in Schlitze in der Betonoberfläche von Stahlbetonträgern einbetoniert wurden.
Aufbauend auf den Empa-Entwicklungen wurde 2012 das Start-up-Unternehmen re-Fer AG gegründet, das künftig eisenbasierte SMA für das Bauwesen produzieren und vertreiben wird. Die Kosten sollen dabei in der Grössenordnung von rostfreiem Edelstahl liegen.

Empa. Materialforschung und Technologie
Überlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf
Schweiz
Telefon: +41 58 765 11 11
Telefax: +41 58 765 11 22
Mail: contact@empa.ch
URL: www.empa.ch

Pressekontakt

Empa. Materialforschung und Technologie

CH-8600 Dübendorf

empa.ch
contact@empa.ch

Firmenkontakt

Empa. Materialforschung und Technologie

CH-8600 Dübendorf

empa.ch
contact@empa.ch

Die Empa ist eine interdisziplinäre Forschungs- und Dienstleistungsinstitution für Materialwissenschaften und Technologieentwicklung innerhalb des ETH-Bereichs. Die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Empa orientieren sich an den Anforderungen der Industrie und den Bedürfnissen der Gesellschaft und verbinden anwendungsorientierte Forschung und praktische Umsetzung, Wissenschaft und Industrie sowie Wissenschaft und Gesellschaft.