



22. Juli 2014

Pressemeldung

Selbsteilende Metalle

Materialforscher am Max-Planck-Institut für Eisenforschung entwickeln sich selbst heilende Metalle

Ob Schäden in der Autokarosserie oder tragende Brückenelemente: selbstheilende Metalle könnten in Zukunft mechanische Defekte ohne externen Einfluss reparieren und so zu ihrer ursprünglichen Funktionalität zurückkehren. Die Forschungsgruppe ‚Adaptive Strukturwerkstoffe‘ um Dr. Blazej Grabowski und Dr. Cem Tasan am Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf führt das Prinzip der Selbstheilung für Metalle ein. Die beiden Wissenschaftler werden seit Juli 2014 mit rund 400.000 Euro für drei Jahre vom Schwerpunktprogramm 1568 der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Ziel ist es eine neue Generation selbstheilender Materialien für verschiedene technologische und medizinische Anwendungen zu entwickeln.

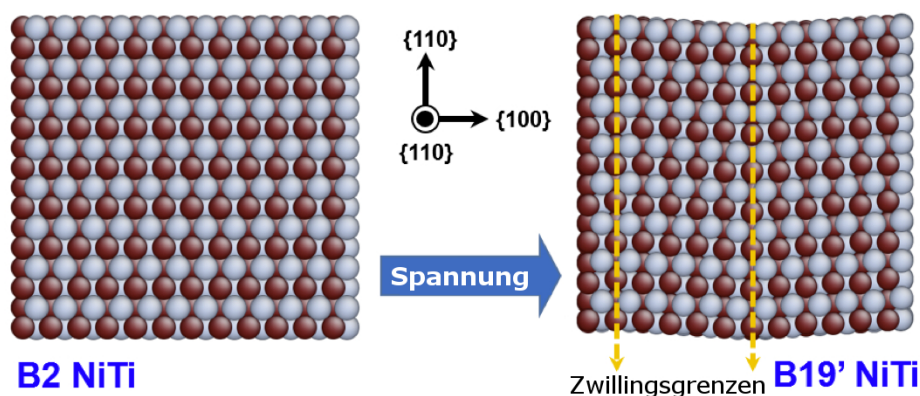
Besonders interessant sind selbstheilende Materialien bei Anwendungen mit Bauteilen, die nur beschränkt zugänglich sind (zum Beispiel in Windparks) oder bei Anwendungen, deren Materialien besonders zuverlässig sein müssen (zum Beispiel in der Luft- und Raumfahrt). Die beiden Max-Planck-Wissenschaftler kennen bereits den Einfluss von sogenannten Phasenumwandlungen auf die mechanischen Eigenschaften von Metallen. Dabei ist eine Phase ein räumlicher Bereich innerhalb eines Materials, bei dem die Zusammensetzung der Materie und bestimmende physikalische Parameter, wie die Dichte, homogen sind. Die Umwandlung von einer Phase in eine andere kann unter anderem durch mechanische Verformung verursacht werden. Die Idee der beiden Gruppenleiter ist nun, Nanopartikel aus Titan und Nickel in potentielle Rissbildungsstellen einzubauen. Diese Nanopartikel sind aus einer sogenannten Formgedächtnislegierung, also einer Materialkombination, die sich nach mechanischer Verformung an ihre ursprüngliche Form ‚erinnert‘ und in diese zurückkehrt. Tritt ein Defekt in einem Bauteil auf, so erinnert sich das Material dank der hinzugefügten Nanopartikel an seine ursprüngliche Mikrostruktur und kehrt zu dieser zurück. Somit würde der Defekt von selbst heilen und Reparaturkosten sparen.

Bei dieser Idee gibt es vier konkrete Herausforderungen: Zuerst muss ein Materialsystem gefunden werden, dessen Mikrostruktur es erlaubt, gezielt Nanorisse einzubauen in die die Formgedächtnis-Nanopartikel eingefügt werden. Dies ist bei früheren Ansätzen nur in makroskopisch großen Kristallen gelungen. Hinzu kommt, dass bisherige Formgedächtnislegierungen immer einen externen Trigger, in Form von Wärme, Magnetismus oder mechanischer Umformung brauchten. Grabowski und Tasan wollen aber Formgedächtnislegierungen einbauen, die ohne externe Hilfe in ihre



ursprüngliche Form zurückkehren und somit erlauben, dass das Material sich vollständig von selbst repariert. Um diese Herausforderungen zu bewältigen, entwickelten die Wissenschaftler ein einmaliges Konzept. Grabowski aus der Abteilung ‚Computergestütztes Materialdesign‘ stellt mit Hilfe der Quantenmechanik Leitlinien auf, um die Auswahl passender Materialsysteme zu begrenzen. Tasan aus der Abteilung ‚Mikrostrukturphysik und Legierungsdesign‘ stellt mittels Hochdurchsatzverfahren, welches ermöglicht in wenigen Tagen verschiedenste Materialkombinationen herzustellen, diese Materialsysteme her und testet ihre Eigenschaften. Nur diese Kombination aus Theorie und Experiment ermöglicht den erzielten Fortschritt: die Materialwissenschaftler haben bereits ein Modell-Materialsystem gefunden und die grundlegende Charakterisierung der Mikrostruktur abgeschlossen. Im nächsten Schritt wird die Herstellung erfolgen, um die theoretischen Vorhersagen zu überprüfen.

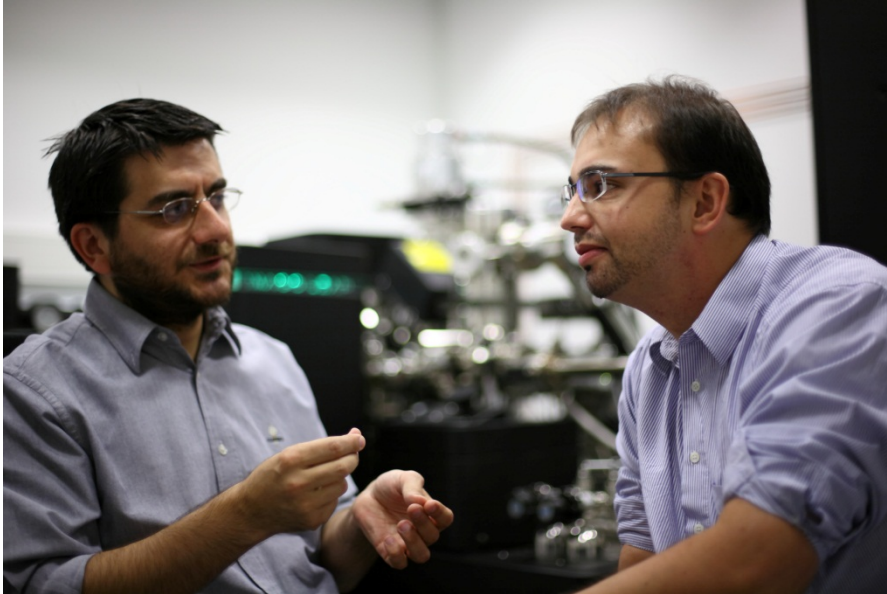
Im Schwerpunktprogramm 1568 der Deutschen Forschungsgemeinschaft wird seit 2011 versucht das Konzept der Selbstheilung bei verschiedenen Materialien zu untersuchen, wobei sich die bisherigen Forschungsansätze vor allem auf Polymere und Keramiken aufgrund ihrer relativ einfachen chemischen Prozesse und Reaktionen bei Raumtemperatur, konzentrierten. Selbstheilungsprozesse bei Metallen wurden bisher nur für Oberflächen oder Hochtemperaturwerkstoffe untersucht. Grund hierfür ist, dass bei Oberflächen chemische Reaktionen unter anderem durch polymerische Beschichtungen relativ einfach erzielt werden können. Bei Hochtemperaturwerkstoffen werden Selbstheilungsprozesse aufgrund der hohen Temperaturen angestoßen.



Das Bild zeigt wie sich die atomare Anordnung in einem Nickel-Titan (NiTi)-Material ändert, wenn eine äußere Spannung angelegt wird. Die ursprüngliche B2 NiTi-Phase (linkes Bild) verändert sich dabei zu einer sogenannten B19' NiTi-Phase (rechtes Bild), die sich durch Zwillingsgrenzen auszeichnet. Die Zwillinge (jeweils links und



rechts der Zwillingsgrenze) können ineinander durch Spiegelung überführt werden.
Bild: Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH



Wie können sich Metalle selbst heilen? Dr. Cem Tasan (links) und Dr. Blazej Grabowski versuchen dies durch den Einsatz von Formgedächtnis-Nanopartikeln zu erzielen.
Bild: Achim Kuhl, Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH.

Mehr Informationen:

<http://asm.mpie.de/>

<http://www.spp1568.uni-jena.de/>

Am MPIE wird moderne Materialforschung auf dem Gebiet von Eisen, Stahl und verwandten Werkstoffen betrieben. Ein Ziel der Untersuchungen ist ein verbessertes Verständnis der komplexen physikalischen Prozesse und chemischen Reaktionen dieser Werkstoffe. Außerdem werden neue Hochleistungswerkstoffe mit ausgezeichneten physikalischen und mechanischen Eigenschaften für den Einsatz als high-tech Struktur- und Funktionsbauteile entwickelt. Auf diese Weise verbinden sich erkenntnisorientierte Grundlagenforschung mit innovativen, anwendungsrelevanten Entwicklungen und Prozesstechnologien. Das MPIE wird zu gleichen Teilen von der Max-Planck-Gesellschaft und dem Stahlinstitut VDEh finanziert.

Kontakt:

Yasmin Ahmed Salem, M.A.,
Referentin für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
E-Mail: y.ahmedsalem@mpie.de
Tel.: +49 (0) 211 6792 722
www.mpie.de

