

## Forschung

# Damaszener Stahl direkt aus dem 3D-Drucker

Damaszener Stahl ist gleichzeitig hart und zäh, weil er aus Schichten unterschiedlicher Eisenlegierungen besteht. Das machte ihn im Altertum zum Material der Wahl. Jetzt hat ein Team des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung in Düsseldorf und des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik in Aachen ein Verfahren entwickelt, mit dem man Stahl im 3D-Drucker schichtweise fertigen und dabei die Härte jeder einzelnen Lage gezielt einstellen kann.



Auch beim Verbundmaterial der Max-Planck- und Fraunhofer-Forscher aus dem 3D-Drucker sind die abwechselnd harten (hellen) und duktilen (dunklen) Schichten deutlich zu erkennen.

Zwar gibt es heute Eisenlegierungen, die zugleich hart und zäh sind, sie lassen sich aber nicht gut mit 3D-Druckern verarbeiten. Deshalb haben die Teams des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung und des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik eine Technik entwickelt, mit der sich direkt beim 3D-Druck aus einem einzigen Ausgangsmaterial ein Stahl erzeugen lässt, der abwechselnd aus harten und duktilen, d.h. weichen Schichten, aufgebaut ist – eine Art Damaszener Stahl. „Damit können wir bereits während des 3D-Drucks gezielt die Mikrostruktur der einzelnen Schichten verändern, sodass das finale Bauteil die gewünschten Eigenschaften erhält – und dies ganz ohne nachträgliche Wärmebehandlung des Stahls“, sagt Dr. Philipp Kürsteiner vom Max-Planck-Institut für Eisenforschung.

Dazu entwickelte das Team eigens eine Eisen/ Nickel/ Titan-Legierung. Zunächst ist diese Legierung relativ weich. „Unter bestimmten Voraussetzungen bilden sich kleine Nickel-Titan-Mikrostrukturen, die dann für eine besondere Härte sorgen“, erklärt Kürsteiner. „Diese Ausscheidungen behindern bei einer mechanischen Belastung die für eine plastische Verformung charakteristischen Verschiebungen innerhalb des Kristallgitters – die sogenannten Versetzungen.“ Um die Nickel-Titan-Strukturen erzeugen zu können, unterbrechen die Forscher den Druckprozess nach jeder neu aufgetragenen Schicht für eine bestimmte Zeit. Dabei kühlte sich das Metall auf unter 195 Grad Celsius ab. „Unterhalb dieser Temperatur setzt im Stahl eine Umwandlung der Kristallstruktur ein“, erklärt Prof. Eric Jäggle, Leiter der Gruppe „Legierungen für die Additive Fertigung“ am Max-Planck-Institut für Eisenforschung/ Professor an der Universität der Bundeswehr München. „Es entsteht die sogenannte Martensit-Phase, in dieser entstehen die Nickel-Titan-Mikrostrukturen.“ Um dies zu erreichen, ist die erneute Erwärmung notwendig. Dazu wird die Laserenergie zum Aufbringen der folgenden Schicht genutzt. Philipp Kürsteiner: „Die Versuche haben eine hervorragende Kombination von Festigkeit und Duktilität bestätigt.“ So sei es möglich, Werkzeug-Bauteile mit einem durchgehend weichen Kern zu erschaffen, die dann von einer harten, abriebfesten äußeren Schicht umgeben sind, so Eric Jäggle. Genau diese Eigenschaften sind für viele Werkzeuge in der Bodenbearbeitung bedeutend.