

Schnelles Heizen macht Gold härter

TUM-Physiker Ralph Ernstorfer erhitzt Gold mit einem sehr kurzen Laserpuls und weist nach, was Theoretiker bereits vermuteten: Das Gold wird dabei härter statt weicher

Link

www.e11.physik.tu-muenchen.de

Schmiede nutzen die Kraft des Feuers jeden Tag: Erst in glühendem Zustand sind Metalle so weich, dass man sie schmieden kann. Doch wenn man Goldatome mit einem extrem kurzen Laserpuls bestrahlt, geschieht das genaue Gegenteil, das Gold wird härter. Diesen Effekt entdeckte Dr. Ralph Ernstorfer, wissenschaftlicher Mitarbeiter des Physik Departments der TUM, während seines Forschungsaufenthalts im Institute for Optical Sciences der Universität von Toronto.

Der UV-Laser erhitzte das Gold mit einer Rate von etwa eine Milliarde Grad pro Sekunde. Bei dieser Heizgeschwindigkeit nehmen nur die Elektronen die Hitze auf, können die aufgenommene Energie anfangs aber nicht an die Atomkerne abgeben. Die heißen Elektronen haben nun eine andere räumliche Verteilung zwischen den Goldatomen als im kalten Zustand. Dadurch werden die Bindungen der Atome im Gitter stärker und das Gold wird durch die Wärmezufuhr nicht weicher, sondern härter. Theoretiker hatten diesen Effekt bereits vorhergesagt, Ernstorfer konnte ihn erstmals experimentell bestätigen.

„Die Technik nennt sich Femtosekunden-Elektronenbeugung und dient als eine Art Kamera zur Aufnahme von Bildern auf atomarer Ebene. Die Bewegung der Gold-Ionen können wir in Echtzeit während der Aufheizung beobachten“, erläutert Ernstorfer das Verfahren. Die Stabilität des Goldgitters ergibt sich dabei aus der Geschwindigkeit der Aufheizphase und dem – aufgrund der heißen Elektronen – erhöhten Schmelzpunkt des Goldes.

„Warme, dichte Materie“ nennen die Physiker Materie, die so dicht wie ein Festkörper und so heiß wie ein Plasma ist. Dieser Zustand tritt dauerhaft nur im Inneren von

Sternen auf. Auf der Erde ist dieser Zustand extrem kurzlebig, entsteht nur bei der Wechselwirkung zwischen starken Laserpulsen und fester Materie. Nun ist es erstmals gelungen, die Bewegung von Atomen bei der Verwandlung eines Kristalls in ein Plasma direkt zu beobachten.

Wieder zurück in Deutschland arbeitet Ralph Ernstorfer inzwischen mit noch kürzeren Laserpulsen. Mit Attosekunden-Laserpulsen – eine Attosekunde ist eine Trillionstel Sekunde, eine Zahl mit 17 Nullen zwischen dem Komma und der Eins – untersucht der TUM-Physiker am Max-Planck-Institut für Quantenoptik die Bewegung von Elektronen. □

Elektronenbeugung bei gleichzeitiger Erhitzung mit Laserpulsen

Kurzzeitig trifft ein Elektronenstrahl von hinten auf die dünne Goldfolie. Der Elektronenstrahl wird dabei durch die Kristallstruktur gebeugt. Durch Variation der Ankunftszeiten des Laser und des Elektronenpulses können zu einem Film zusammensetzbare Einzelbilder mit Belichtungszeiten von wenigen Billionstel Sekunden hergestellt werden.

