

Pressemitteilung

Georg-August-Universität Göttingen

Thomas Richter

08.07.2020

<http://idw-online.de/de/news750781>

Forschungsergebnisse
Physik / Astronomie
überregional



Im Takt der Atome: Göttinger Physiker nutzen Schwingungen von Atomen zur Kontrolle eines Phasenübergangs

Chemische Reaktionen mit kurzen Lichtblitzen filmen und steuern – dieses Ziel liegt dem Forschungsfeld der „Femtochemie“ zugrunde. Mit Hilfe mehrerer aufeinanderfolgender Laserpulse sollen dabei atomare Bindungen punktgenau angeregt und nach Wunsch aufgespalten werden. Bisher konnte dies für ausgewählte Moleküle realisiert werden. Forschern der Universität Göttingen und des Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie in Göttingen ist es nun gelungen, dieses Prinzip auf einen Festkörper zu übertragen und dessen Kristallstruktur an der Oberfläche zu kontrollieren. Die Ergebnisse sind in der Fachzeitschrift Nature erschienen.

(pug) Das Team um Jan Gerrit Horstmann und Prof. Dr. Claus Ropers bedampfte hierfür einen Silizium-Kristall mit einer hauchdünnen Lage Indium und kühlte den Kristall anschließend auf -220 Grad Celsius ab. Während die Indium-Atome bei Raumtemperatur metallisch leitende Ketten auf der Oberfläche bilden, ordnen sie sich bei solch niedrigen Temperaturen spontan zu elektrisch isolierenden Sechsecken um. Dieser Prozess wird als Übergang zwischen zwei Phasen – der metallischen und der isolierenden – bezeichnet und kann mit Laserpulsen geschaltet werden. In ihren Experimenten beleuchteten die Forscher nun die kalte Oberfläche mit zwei kurzen Laserpulsen und beobachteten direkt im Anschluss die Anordnung der Indium-Atome mit Hilfe eines Elektronenstrahls. Dabei fanden sie heraus, dass der Rhythmus der Laserpulse einen großen Einfluss darauf hat, wie effizient die Oberfläche in den metallischen Zustand geschaltet werden kann.

Dieser Effekt lässt sich durch Schwingungen der Atome an der Oberfläche erklären, wie Erstautor Jan Gerrit Horstmann erläutert: „Um von dem einen in den anderen Zustand zu gelangen, müssen sich die Atome in unterschiedliche Richtungen verschieben und dabei ähnlich einer Achterbahnfahrt eine Art Hügel überwinden. Ein einzelner Laserpuls reicht hierfür jedoch nicht aus, und die Atome schwingen lediglich hin und her. Wie bei einer Schaukelbewegung können wir jedoch mit einem zweiten Puls zum richtigen Zeitpunkt genug Energie in das System geben, um den Übergang zu ermöglichen.“ In ihren Experimenten beobachteten die Physiker gleich mehrere Schwingungen der Atome, die die Umwandlung in ganz unterschiedlicher Weise beeinflussen.

Ihre Erkenntnisse tragen nicht nur zum grundlegenden Verständnis von schnellen Strukturänderungen bei, sondern eröffnen auch weitergehende Perspektiven für die Oberflächenphysik. „Unsere Ergebnisse zeigen neue Strategien auf, um die Umwandlung von Lichtenergie auf der atomaren Skala zu kontrollieren“, sagt Ropers, Arbeitsgruppenleiter am IV. Physikalischen Institut der Universität und Direktor am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie. „Das gezielte Steuern der Bewegungen von Atomen in Festkörpern mit Hilfe von Laserpuls-Sequenzen könnte es darüber hinaus ermöglichen, bisher unzugängliche Strukturen mit vollkommen neuen physikalischen und chemischen Eigenschaften zu erreichen.“

Die Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Europäischen Forschungsrat gefördert.

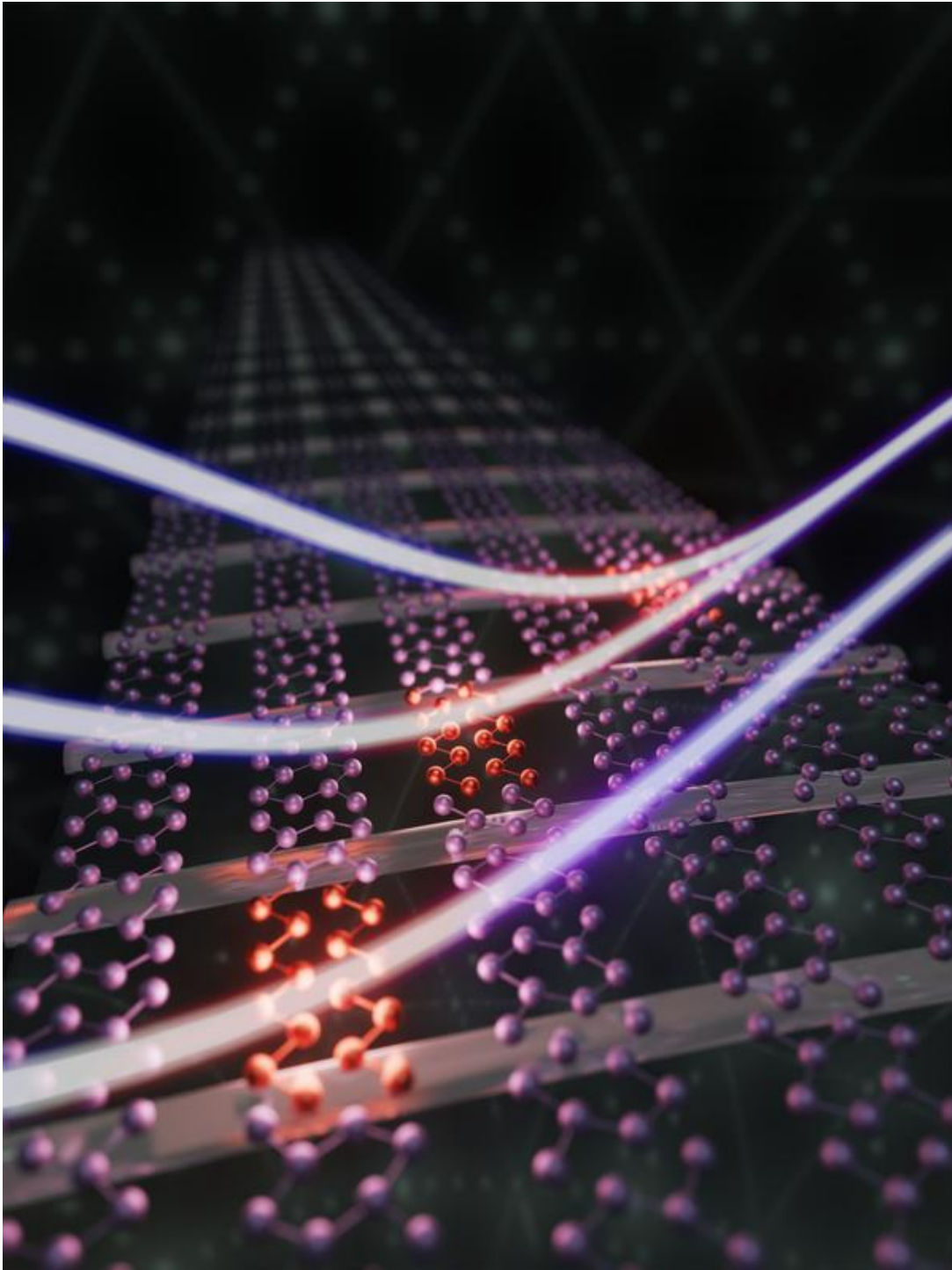
wissenschaftliche Ansprechpartner:

Prof. Dr. Claus Ropers
Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie und
Georg-August-Universität Göttingen
Fakultät für Physik – IV. Physikalisches Institut
Friedrich-Hund-Platz 1, 37077 Göttingen
Telefon 0551 3924549
E-Mail: claus.ropers@uni-goettingen.de

Jan Gerrit Horstmann
Telefon: 0551 3921485
E-Mail: jan-gerrit.horstmann@uni-goettingen.de
www.uni-goettingen.de/de/598878.html

Originalpublikation:

J. G. Horstmann et al: Coherent control of a surface structural phase transition. Nature 2020 Doi:
<https://www.nature.com/articles/s41586-020-2440-4>



Künstlerische Darstellung des mit Lichtpulsen gesteuerten Phasenübergangs von Indium-Atomen auf einem Siliziumkristall.
Dr. Murat Sivas



Prof. Dr. Claus Ropers
Swen Pfortner