



## Neues aus der Materialphysik: Einzelne Siliziumatome in Graphen verschoben

**Neues aus der Materialphysik: Einzelne Siliziumatome in Graphen verschoben**  
Bereits 1959 hat der Physiker Richard Feynman die berühmte Frage gestellt, ob es jemals möglich sein wird, einzelne Atome sehen und sogar bewegen zu können. Lange Zeit galt seine Vision eher als Science Fiction, aber Schritt für Schritt wurde diese Vision durch die moderne Mikroskopie zur Realität im wissenschaftlichen Alltag. Bei solchen Untersuchungen können jedoch manchmal Schäden am erforschten Material entstehen.  
High-Tech-Mikroskop ermöglichte Forschungserfolg  
In der aktuellen Studie wurde Graphen, eine nur ein Atom dicke Lage aus Kohlenstoffatomen, in die einzelne Siliziumatome eingebettet sind, getestet. Die Siliziumatome ragen aufgrund ihres Größenunterschiedes aus der Ebene der Kohlenstoffatome heraus. "Wir kamen mithilfe detaillierter Computersimulationen zum Schluss, dass das Material durch Beschuss mit Elektronen manipuliert werden kann, ohne dieses zu beschädigen. Dafür haben wir eine Beschleunigungsspannung von 60.000 Volt benötigt", so Toma Susi, Erstautor und FWF-Lise-Meitner-Stipendiat an der Universität Wien: "Voraussetzung für diese High-Tech-Experimente ist ein modernes hochauflösendes Ultra-Hochvakuum-Raster-Transmissionselektronenmikroskop, von denen es derzeit weltweit nur etwa zehn gibt. Die Universität Wien verfügt über ein derartiges Gerät, das mit einer Auflösung von weniger als ein Ångström, das ist ein Zehnmillionstel Millimeter, nahezu alle atomaren Abstände auflösen kann. Damit habe ich meine komplexen Untersuchungen durchgeführt." Das Team in Daresbury (UK) arbeitete ebenfalls mit einem solchen Mikroskop.  
Vergleich der Messergebnisse mit Computersimulationen  
Die Computerberechnungen haben gezeigt, dass Kohlenstoffatome in unmittelbarer Nachbarschaft der Siliziumatome weniger stark gebunden sind als jene Kohlenstoffatome, die weit entfernt von den Siliziumatomen liegen. Dadurch können die ForscherInnen mit dem Elektronenstrahl ein Nachbaratom eines Siliziumatoms nur gerade soweit aus dem Gitter stoßen, dass das Siliziumatom und das Kohlenstoffatom ihre Plätze tauschen. Dieser Platztausch wurde von beiden Forschungsteams direkt im Elektronenmikroskop beobachtet. Durch Analyse von etwa 40 solcher aufgenommenen Prozesse konnten die ForscherInnen herausfinden, dass es sich bei dem Platztausch um einen stochastischen Prozess handelt und dessen Wahrscheinlichkeit bestimmen. Ein direkter Vergleich der Messergebnisse mit den Computersimulationen zeigte eine beeindruckende Übereinstimmung.  
Elektronenstrahl steuert Platzwechsel der Siliziumatome  
Neben der Bedeutung für die Physik eröffnen diese Ergebnisse sehr vielversprechende Möglichkeiten für die gezielte Erzeugung von Strukturen aus einzelnen Atomen. "Was unsere Ergebnisse wahrlich beeindruckend macht, ist, dass dieser Platzwechselprozess steuerbar ist, da das Siliziumatom immer an die Stelle, die vom Elektronenstrahl getroffen wird, springt", so Toma Susi, Physiker an der Universität Wien. "Das ermöglicht uns, die Bewegung jedes einzelnen Siliziumatoms auf das Genaueste zu steuern. Vielleicht sehen wir bald neue Quantenstrukturen oder das Logo einer Universität - geschrieben aus Siliziumatomen in Graphen."  
Publikation in Physical Review Letters  
Silicon-carbon bond inversions driven by 60 keV electrons in graphene: T. Susi, J. Kotakoski, D. Kepaptsoglou, C. Mangler, T.C. Lovejoy, O.L. Krivanek, R. Zan, U. Bangert, P. Ayala, J.C. Meyer <br> Q. Ramasse. Physical Review Letters, August 2014. <br> DOI: 10.1103/PhysRevLett.113.115501  
Video Animation: <br> Visualisierung der Silizium-Kohlenstoff-Bindungsinversion <br> <http://youtu.be/44qT1PcqPFI>  
Video Abstract: <br> Erstautor Toma Susi erklärt sein Forschungsprojekt <br> <http://youtu.be/WCI7DFVVC-M>  
Blogeintrag Toma Susi (Mostly physics): <br> "Moving silicon atoms in graphene with atomic precision" <br> <http://mostlyphysics.wordpress.com/2014/09/11/story-of-another-article/>  
Wissenschaftlicher Kontakt <br> Dr. Toma Susi <br> Tailored Hybrid Structures <br> Elektronische Materialeigenschaften <br> Fakultät für Physik <br> Universität Wien <br> 1090 Wien, Boltzmanngasse 5 <br> T +43-1-4277-726 14 <br> M +43-664-527 3054 <br> [toma.susi@univie.ac.at](mailto:toma.susi@univie.ac.at)  
Die Universität Wien ist eine der ältesten und größten Universitäten Europas: An 15 Fakultäten und vier Zentren arbeiten rund 9.700 MitarbeiterInnen, davon 6.900 WissenschaftlerInnen. Die Universität Wien ist damit auch die größte Forschungsinstitution Österreichs sowie die größte Bildungsstätte: An der Universität Wien sind derzeit rund 92.000 nationale und internationale Studierende inskribiert. Mit über 180 Studien verfügt sie über das vielfältigste Studienangebot des Landes. Die Universität Wien ist auch eine bedeutende Einrichtung für Weiterbildung in Österreich. 1365 gegründet, feiert die Alma Mater Rudolphina Vindobonensis im Jahr 2015 ihr 650-jähriges Gründungsjubiläum. [www.univie.ac.at](http://www.univie.ac.at)  
Rückfragehinweis <br> Mag. Veronika Schallhart <br> Pressebüro der Universität Wien <br> Forschung und Lehre <br> 1010 Wien, Universitätsring 1 <br> T +43-1-4277-175 30 <br> M +43-664-602 77-175 30 <br> [veronika.schallhart@univie.ac.at](mailto:veronika.schallhart@univie.ac.at)  
<br> <br> [http://www.pressrelations.de/hew/pmcounter.cfm?n\\_pnr\\_=575013](http://www.pressrelations.de/hew/pmcounter.cfm?n_pnr_=575013) width="1" height="1">

### Pressekontakt

Universität Wien

1010 Wien

### Firmenkontakt

Universität Wien

1010 Wien

Die Universität Wien wurde im Jahr 1365 von Herzog Rudolf IV. gegründet. Sie ist die älteste Universität im deutschen Sprachraum und eine der größten Universitäten Zentraleuropas. 2015 feiert die Universität Wien ihr 650 jähriges Jubiläum.