

## PRESSEMITTEILUNG

**SPERRFRIST 27. November 2012, 17:00 Uhr (CET)**

### Schalter aus Graphen: Gruppe am HZB erreicht erste Etappe

Berlin, 21.11.2012

#### Weitere Informationen:

**Prof. Dr. Oliver Rader**  
Magnetisierungsdynamik  
Tel.: +49 (0)30-8062-12950  
rader@helmholtz-berlin.de

**Dr. Andrei Varykhalov**  
Magnetisierungsdynamik  
Tel.: +49 (0)30-8062-14888  
andrei.varykhalov@helmholtz-berlin.de

#### Pressestelle

Dr. Antonia Rötger  
Tel.: +49 (0)30-8062-43733  
Fax: +49 (0)30-8062-42998  
antonia.roetger@helmholtz-berlin.de

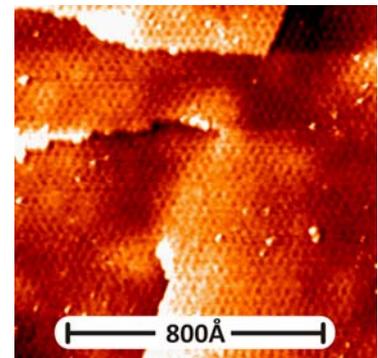
Seit Graphen vor wenigen Jahren erstmals isoliert worden ist, gilt das quasi-zweidimensionale Netz aus einer einzigen Lage von Kohlenstoffatomen als Wundermaterial. Es ist nicht nur mechanisch enorm belastbar, sondern auch als Basis für neue spintronische Bauelemente interessant, die die magnetischen Momente der Leitungselektronen nutzen.

Eine Gruppe von Physikern aus dem Helmholtz-Zentrum Berlin um Dr. Andrei Varykhalov und Prof. Dr. Oliver Rader hat nun einen ersten Schritt auf dem Weg zu Graphen-Bauelementen gemacht. Dabei arbeiteten sie mit Kollegen aus St. Petersburg, Jülich und Harvard zusammen. Wie sie am 27. 11.2012 in Nature Communications (DOI: 10.1038/ncomms2227) berichten, gelang es ihnen, die so genannte Spin-Bahn-Kopplung der Leitungselektronen im Graphen um den Faktor 10.000 zu erhöhen. Dies reicht aus, um damit einen Schalter zu realisieren, der über kleinste elektrische Felder gesteuert werden kann.

Die Graphenschicht befand sich dafür auf einem Substrat aus Nickel, dessen Atome untereinander fast die gleichen Abstände haben wie die sechseckigen Maschen des Graphennetzes. Anschließend bedampften die Physiker diese Probe mit Goldatomen, die zwischen Graphen und Nickel krochen.

Am Elektronenbeschleuniger BESSY II konnten sie mit verschiedenen spektroskopischen Methoden messen, wie sich dadurch die elektronischen Eigenschaften im Graphen veränderten: Ganz genau wie die Erde verfügen Elektronen über zwei Drehimpulse, den Bahndrehimpuls, der sie um den Atomkern kreisen lässt, sowie den Spin, der einer Drehung um sie selbst entspricht. Eine starke Spin-Bahn-Kopplung bedeutet dann einen großen Energieunterschied je nachdem, ob beide Drehungen miteinander oder entgegengerichtet sind. Nun ist bei leichten Kernen wie den Kohlenstoff-Atomen die Wechselwirkung zwischen Spin und Bahn eher schwach, bei schweren Atomen wie den Goldatomen dagegen sehr stark. „Wir konnten zeigen, dass die Goldatome über ihre Nähe zur Graphenschicht diese Wechselwirkung auch in der Graphenschicht um den Faktor 10.000 erhöhen“, erklärt Dmitry Marchenko, der die Messungen im Rahmen seiner Promotion durchgeführt hat.

Diese sehr starke Spin-Bahn-Kopplung würde es ermöglichen, eine Art Schalter zu bauen, sagt Varykhalov, denn nun könnte ein elektrisches Feld die Spins drehen. Zwei Spinfilter vor und hinter dem Bauelement würden jeweils nur Spins in einer Richtung durchlassen. Stünden die Spinfilter senkrecht zueinander, käme kein Spin mehr durch, der Schalter wäre geschlossen. Ein elektrisches Feld würde die Spins jedoch drehen, so dass es den Schalter wieder teilweise oder sogar ganz aufdrehen könnte.



Eine Aufnahme mit dem Rastertunnelmikroskop zeigt die Topografie von Graphen auf Gold. Durch Überlagerung der Goldstruktur und der sechseckigen Bienenwabensstruktur des Graphens entsteht eine regelmäßige Überstruktur (Moiréstruktur), die zehnfach größer ist als die Maschen des Graphennetzes. Der Begriff stammt von der Moiré-Seide, wo der gleiche Effekt eine typische Maserung erzeugt. Diese Moiréstruktur beeinflusst die chemische Wechselwirkung zwischen den beiden atomaren Schichten und darüber auch die elektronischen Eigenschaften und das Verhalten der Spins.

Bild: HZB/Andrei Varykhalov

„Wir haben sogar nachweisen können, dass nur die Elektronen in den 5d-Orbitalen der Gold-Atome die Spin-Bahn-Wechselwirkung im Graphen erhöhen. Das stimmt mit den theoretischen Modellen überein“, sagt Varykhalov. Doch die nächste Schwierigkeit wartet schon auf die HZB-Physiker: ein Bauteil auf Graphenbasis müsste eigentlich auf einer nichtleitenden Unterlage sitzen und nicht auf dem Metall Nickel. Aber daran arbeiten sie schon.

Das **Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)** betreibt und entwickelt Großgeräte für die Forschung mit Photonen (Synchrotronstrahlung) und Neutronen mit international konkurrenzfähigen oder sogar einmaligen Experimentiermöglichkeiten. Diese Experimentiermöglichkeiten werden jährlich von mehr als 2500 Gästen aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen weltweit genutzt. Das Helmholtz-Zentrum Berlin betreibt Materialforschung zu solchen Themen, die besondere Anforderungen an die Großgeräte stellen. Forschungsthemen sind Materialforschung für die Energietechnologien, Magnetische Materialien und Funktionale Materialien. Im Schwerpunkt Solarenergieforschung steht die Entwicklung von Dünnschichtsolarzellen im Vordergrund, aber auch chemische Treibstoffe aus Sonnenlicht sind ein wichtiger Forschungsgegenstand. Am HZB arbeiten rund 1100 Mitarbeiter/innen, davon etwa 800 auf dem Campus Lise-Meitner in Wannsee und 300 auf dem Campus Wilhelm-Conrad-Röntgen in Adlershof.

Das HZB ist Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V., der größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands.