

› Neues aus der Graphen-Forschung

# Geführte Elektronen

Physiker der Universität Basel zeigen erstmals, dass sich Elektronen in Graphen auf einer vordefinierten Spur bewegen lassen. Diese Bewegung verläuft vollkommen verlustfrei und könnte eine Grundlage für zahlreiche Anwendungen im Bereich der Elektronik legen.

› Christoph Dieffenbacher<sup>1</sup>

Die Forschungsgruppe von Professor Christian Schönberger vom Swiss Nanoscience Institute und dem Departement Physik beschäftigt sich seit einigen Jahren mit dem «Wundermaterial» Graphen. Die Wissenschaftler der Universität Basel haben Methoden erarbeitet, die es ihnen erlaubt, reine Graphenlagen aufzuspannen, zu untersuchen und zu manipulieren. Sie fanden dabei heraus, dass sich Elektronen in diesem reinen Graphen praktisch störungsfrei bewegen können – ähnlich wie Lichtstrahlen. Um die Elektronen von einem bestimmten Ort zu einem andern zu leiten, planten sie, die Elektronen aktiv entlang einer vorgegebenen Spur im Material zu führen.

## Elektrisches und magnetisches Feld kombiniert

Dies ist ihnen nun erstmals gelungen: Die Führung der Elektronen kann ein- und

<sup>1</sup> Christoph Dieffenbacher, Redaktor im Kommunikationsteam der Universität Basel.

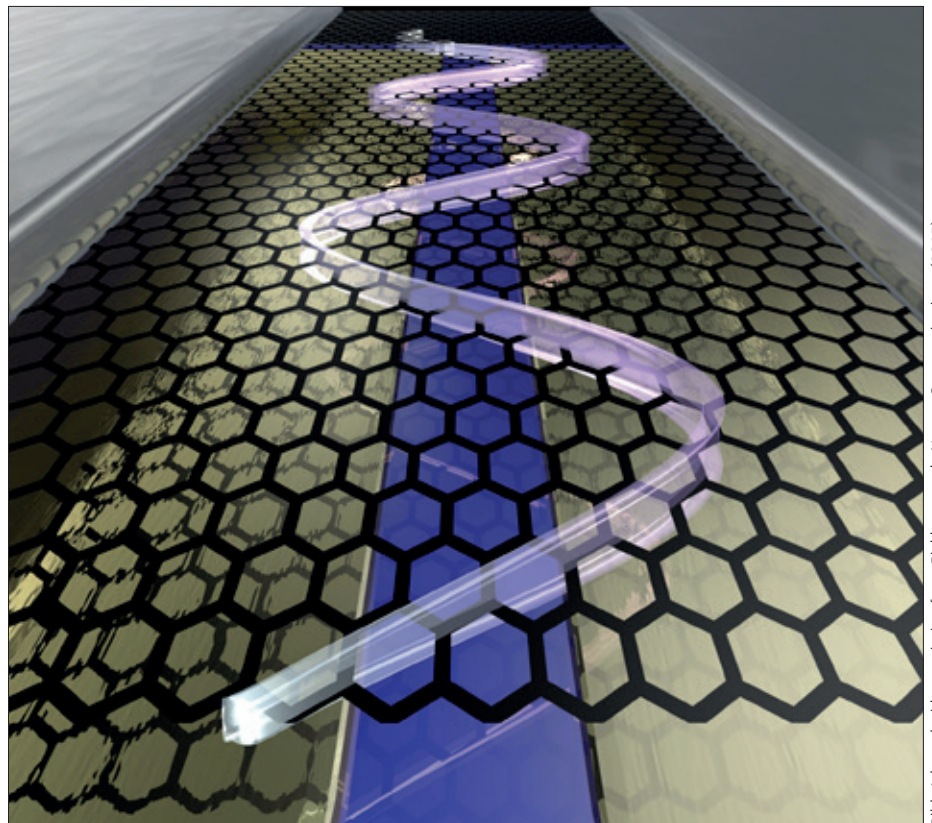


Bild: Adapted with permission from Rickhaus et al., Nature Communications (2015).

Atomare Graphenschicht, die zwischen zwei elektrischen Messkontakten (silbern) aufgespannt ist. Im unteren Bereich befinden sich zwei Steuerelektroden (golden) zur Erzeugung eines elektrischen Felds.

**Die neue Generation von Metrohm Metern!**

Mit dem 912 Conductometer, dem 913 pH Meter und dem 914 pH/ Conductometer bringt Metrohm eine völlig neue Generation von Metern für die pH- und Leitfähigkeitsmessung auf den Markt. Besuchen Sie unsere Webseite und erfahren Sie mehr [www.metrohm.ch](http://www.metrohm.ch)

Besuchen Sie uns an der Labotec 2015 am Stand B16

 Ein Foto zeigt zwei Metrohm-Messgeräte auf einem Stein. Links ist ein pH-Meter (Modell 913) mit einem grünen Display, das den Wert 6.921 zeigt. Rechts daneben liegt ein Conductometer (Modell 912) mit einem grünen Display, das den Wert 562.3 zeigt. Die Geräte sind mit Messsonden verbunden.


ausgeschaltet werden und verläuft vollkommen verlustlos. Der angewendete Mechanismus basiert auf einer Eigenschaft, die nur in Graphen vorkommt. Durch die Kombination eines elektrischen und eines magnetischen Felds bewegen sich die Elektronen auf einer Schlangenlinie (englisch «snake state»). Die Linie krümmt sich einmal nach rechts, dann wieder nach links. Dieser Wechsel lässt sich durch die Abfolge einer positiven und negativen Masse erklären – ein Phänomen, das nur in Graphen zu realisieren ist und als neuartiger Schalter verwendet werden könnte. «Ein solcher Nano-Schalter in Graphen ließe sich in verschiedenste Geräte einbauen und allein durch Veränderung des Magnetfelds oder des elektrischen Feldes bedienen», kommentiert Schönenberger diese neusten Ergebnisse seiner Gruppe. An der in «Nature Communications» veröffentlichten Studie waren auch Physikerteams aus Regensburg, Budapest und Grenoble beteiligt.

## Material mit besonderen Eigenschaften

Graphen ist ein ganz besonderes Material mit vielversprechenden Eigenschaften. Es besteht aus nur einer einzigen Lage von Kohlenstoffatomen, ist aber trotzdem mechanisch sehr belastbar und beständig. Vor allem durch seine herausragende elektrische Leitfähigkeit ist Graphen zum Forschungsobjekt zahlreicher Wissenschaftlerteams in der ganzen Welt geworden.

Die besonderen Eigenschaften des Materials wurden theoretisch schon vor Jahrzehnten untersucht. Erst 2004 gelang es aber den beiden Physikern Andre Geim und Kostya Novoselov, Graphen für experimentelle Untersuchungen herzustellen. Die beiden Forscher lösten damals mithilfe von Tesafilm einzelne zweidimensionale Graphenschichten vom Ausgangsmaterial Graphit ab. Sie bekamen für diese scheinbar so einfache Methode, welche die experimentelle Erforschung von Gra-

phen erst ermöglichte, 2010 den Physiknobelpreis. Seither haben Forschende weltweit den Herstellungsprozess in einem rasenden Tempo perfektioniert.

### Originalpublikation

*P. Rickhaus, P. Makk, M. Liu, E. Tovari, M. Weiss, R. Maurand, K. Richter, C. Schönenberger*: «Snake trajectories in ultraclean graphene p–n junctions». *Nature Communications* 6:6470, published 3 March 2015, DOI: 10.1038/ncomms7470.

### Kontakt



Prof. Christian Schönenberger  
Swiss Nanoscience Institute  
Universität Basel,  
Schweiz

Telefon +41 (0)61 267 36 90  
christian.schoenenberger@unibas.ch  
www.unibas.ch

**MÜLLER®**  
**SYSTEMS**

# Ultra-Clean

## Das cGMP-Fass

### Validierbare Reinigung gibt Prozesssicherheit



#### Details zur Fass-Serie Ultra-Clean:

- Bordur zugeschweißt
- Sicken- und Bodengeometrie optimal für Produktaustrag und Reinigung
- Mantel, Boden und Deckel in Edelstahl Rostfrei 1.4404/AISI 316L
- Dichtung in Silikon, FDA-konform
- in 20 verschiedenen Größen
- cGMP und FDA-konform

Müller GmbH - 79618 Rheinfelden (Deutschland)  
Industrieweg 5 - Tel.: +49 (0) 7623/969-0 - Fax: +49 (0) 7623/969-69  
Ein Unternehmen der Müller Gruppe  
info@mueller-gmbh.com - www.mueller-gmbh.com

**BINDER**  
Best conditions for your success

## Konstantklima-Schränke von BINDER

### Beste Testergebnisse

- ▶ Präzise Klimabedingungen durch APT.line™ Vorwärmekammer
- ▶ Direkte Wasserversorgung, standortunabhängig
- ▶ Dampfzufuhr mit schnellen Reaktionszeiten
- ▶ Temperatur-, Feuchte-, Lichtsimulation

BINDER GmbH | D-78532 Tuttlingen | www.binder-world.com  
Kontakt Schweiz: Tel. +41 (0)61 721 09 22