

Universität Hamburg, Jungiusstr. 11, 20355 Hamburg

Pressemitteilung

Sonderforschungsbereich 668 und
Landesexzellenzcluster "NANOSPINTRONICS"
ERC ADvanced Grant "FURORE"
Institut für Angewandte Physik
Universität Hamburg
Jungiusstr. 11
20355 Hamburg
Heiko Fuchs
Öffentlichkeitsarbeit
Tel.: (0 40) 428 38 – 69 59
Fax: (0 40) 428 38 – 24 09

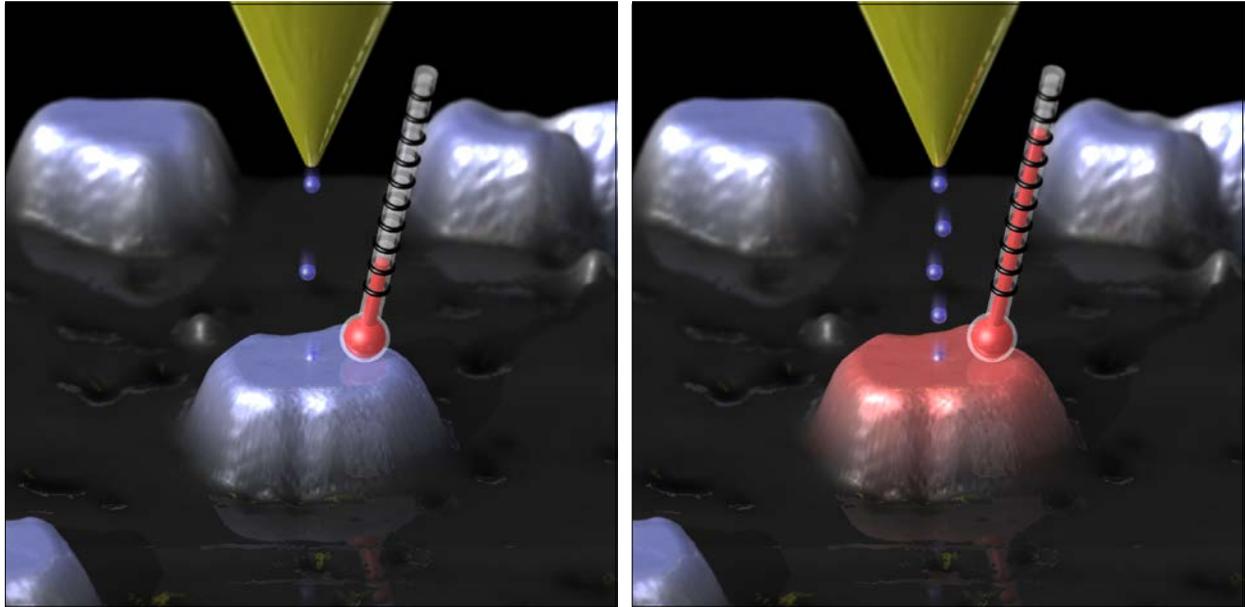
Hamburg, 31.10.2011

Aus 80 Atomen: Ein Thermometer für die Nanowelt

Wir kennen es aus alltäglichen Anwendungen wie z.B. dem Tauchsieder: Fließen Elektronen durch einen Draht, so erwärmt sich dieser.

Wie die Zeitschrift Physical Review Letters berichtet, ist es Forschern vom Institut für Angewandte Physik der Universität Hamburg nun gelungen, diese Entstehung von Wärme auf atomarer Skala zu untersuchen. Hierfür beobachteten die Wissenschaftler um Prof. Roland Wiesendanger das thermische Hin- und Herschalten eines aus lediglich 80 Eisenatomen bestehenden Nanomagnet und verwendeten ihn so als Thermometer. Dabei nutzten sie das Prinzip des Tunnelns: Positioniert man eine magnetische Nadelspitze sehr nah über dem Magneten und legt eine elektrische Spannung an, so fließt ein sogenannter Tunnelstrom. Je näher sich dabei die Nadel über dem Magneten befindet, desto größer ist der fließende Strom. Es zeigte sich, dass analog zum Tauchsieder der Tunnelstrom zu einer Erwärmung des Magneten führt. Mit einem sogenannten spinpolarisierten Rastertunnelmikroskop im Ultrahochvakuum untersuchten die Forscher die Schaltfrequenz des Nanomagnet bei verschiedenen Stromstärken. Aus der jeweils gemessenen Frequenz gelang es, direkt die entsprechende Temperatur des Magneten zu bestimmen. Dabei zeigte sich, dass bereits ein Strom von einem Mikroampere ausreicht, um den Magneten um 1° C zu erwärmen, während seine unmittelbare Umgebung vom Strom unbeeinflusst blieb. Zusätzlich fanden die Forscher heraus, dass der Tunnelstrom den Nanomagnet in eine Vorzugsrichtung zwingt: Er schaltet nicht mehr gleichmäßig zwischen zwei Orientierungen hin und her, sondern bevorzugt eine Orientierung, die der Magnetisierungsrichtung der Nadel entspricht. Die Experimente ergaben, dass dieses Spinstromschalten mit einem Rastertunnelmikroskop um Größenordnungen effektiver ist als mit Techniken, bei denen der zu schaltende Magnet in ein Schichtsystem eingebettet ist.

Die Experimente erlauben den Forschern einen detaillierten Einblick in die elektrischen und magnetischen Wechselwirkungen zwischen Elektronen und Materie auf atomarer Skala. Mögliche zukünftige Anwendungen dieser Technik sind z.B. kleinste thermisch schaltende Nanomagnete, die als Sensoren oder Manipulatoren in industriellen Fertigungsprozessen eingesetzt werden, um hoch präzise lokale Temperaturen zu messen.



Prinzip des Aufheizens eines Nanomagneten durch einen Tunnelstrom:

Elektronen (blau) tunneln von der Nadelspitze eines Rastertunnelmikroskops (gelb) in den Nanomagneten. Aus der Frequenz des magnetischen Schaltens wird dann die Temperatur bestimmt - hier symbolisiert durch ein Thermometer. Bei niedrigem Strom besitzt der Nanomagnet die Temperatur seiner Umgebung (links). Wird der Strom erhöht, so heizen die Elektronen den Nanomagneten auf (rechts).

Original-Veröffentlichung:

"Joule Heating and Spin-Transfer Torque Investigated on the Atomic Scale Using a Spin-Polarized Scanning Tunneling Microscope", S. Krause, G. Herzog, A. Schlenhoff, A. Sonntag, and R. Wiesendanger, Phys. Rev. Lett **107**, 186601 (2011)

DOI: 10.1103/PhysRevLett.107.186601

Weitere Informationen unter:

<http://www.sfb668.de>

<http://www.nanoscience.de/lexi>

<http://www.nanoscience.de/furore>

Für Rückfragen:

Dipl.-Chem. Heiko Fuchs
 Sonderforschungsbereich 668
 Institut für Angewandte Physik
 Universität Hamburg

Tel: (0 40) / 42838 - 69 59

E-Mail: hfuchs@physnet.uni-hamburg.de