

Pressedienst Wissenschaft

8. Dezember 2011

+++ Sperrfrist: So, 11. Dezember 2011, 19.00 Uhr MEZ +++

Gezielter Protonentransfer in einem Molekül:

Der kleinste mögliche Schalter

Miniaturisierung ist seit langem das Zauberwort in der Elektronik. Ins Extreme getrieben hat sie jetzt ein Physikerteam um Dr. Willi Auwärter und Professor Johannes Barth von der Technischen Universität München (TUM), die in der Publikation „Nature Nanotechnology“ einen neuartigen molekularen Schalter vorstellen. Entscheidend für die Funktionsweise des Schalters ist die Position eines einzelnen Protons in einem Porphyrinring mit einem Innendurchmesser von weniger als einem halben Nanometer. Vier unterschiedliche Zustände können die Wissenschaftler hier gezielt einstellen.

Porphyrine sind ringförmige Moleküle, die sehr flexibel ihre Struktur ändern können und sich deshalb für vielfältige Anwendungen eignen. Das Tetraphenylporphyrin ist keine Ausnahme: Es nimmt gerne eine Sattelform an und wird bei der Verankerung auf metallischen Oberflächen nicht in seiner Funktionalität eingeschränkt. Im Inneren des Moleküls befindet sich ein Paar von Wasserstoffatomen, die ihre Position zwischen zwei Konfigurationen wechseln können. Dieser Prozess findet bei Raumtemperatur unentwegt und rasend schnell statt.

Für ihr Experiment unterdrückten die Wissenschaftler diese spontane Bewegung, indem sie die Probe kühlten. So konnten sie den gesamten Vorgang im Einzelmolekül mit einem Rastertunnelmikroskop induzieren und beobachten. Das Mikroskop ist dafür besonders geeignet, weil es – im Gegensatz zu anderen Methoden – nicht nur Anfangs- und Endzustand festhalten kann; sondern es erlaubt den Physikern, die Wasserstoffatome direkt anzusteuern. In einem weiteren Schritt entfernten sie nun gezielt eines der beiden Protonen im Inneren des Porphyrinrings. Das Verbleibende kann daraufhin vier unterschiedliche Schalterpositionen besetzen. Ein winziger Strom, der durch die feine Spitze des Mikroskops fließt, stimuliert den Protonentransfer und stellt so eine bestimmte Konfiguration ein.

Die jeweiligen Positionen des Wasserstoffatoms beeinträchtigen zwar weder die grundsätzliche Struktur des Moleküls noch die Bindung an die metallische Oberfläche, dennoch sind die Zustände nicht völlig identisch. Dieser kleine, aber feine Unterschied und die Tatsache, dass der Vorgang beliebig wiederholbar ist, definieren einen Schalter, der sich

mit bis zu etwa 500 Einstellungen pro Sekunde steuern lässt. Ausgelöst wird der Protonentransfer dabei von einem einzigen Tunnelelektron.

Das Schaltermolekül hat eine Fläche von einem Quadratnanometer und ist damit die kleinste bislang realisierte atomistische Schalteinheit. Die Physiker sind mit der Demonstration hochzufrieden, und freuen sich außerdem über die Einblicke in den Mechanismus der Protonenübertragung, die sie mit ihren Studien gewinnen konnten. Knud Seufert hat hierbei maßgebliche Experimente durchgeführt: "Einen vierfachen Schalter zu betätigen, indem man ein einzelnes Proton innerhalb eines Moleküls bewegt, ist wirklich faszinierend, und ein echter Schritt hin zu Technologien auf der Nanoskala."

Die Forschungsarbeit wurde unterstützt aus Mitteln des European Research Councils (ERC Advanced Grant MolArt, No. 247299), des Exzellenzclusters Munich-Centre for Advanced Photonics (MAP) und des Institute for Advanced Study der TU München.

Originalpublikation:

Willi Auwärter, Knud Seufert, Felix Bischoff, David Ecija, Saranyan Vijayaraghavan, Sushobhan Joshi, Florian Klappenberger, Niveditha Samudrala, and Johannes V. Barth
A surface-anchored molecular four-level conductance switch based on single proton transfer
Nature Nanotechnology, Advance Online Publication, 11 December 2011
DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/NNANO.2011.211> (sichtbar nach Ablauf der Sperrfrist)

Kontakt:

Prof. Dr. Johannes Barth
Physics Department E20 / TUM-IAS
Technische Universität München
James-Franck Straße 1, 85748 Garching, Germany
Tel.: +49 89 289 12608 –Fax.: +49 89 289 12338
E-mail: e20office@ph.tum.de
Web: <http://www.e20.ph.tum.de/>

Die **Technische Universität München (TUM)** ist mit rund 460 Professorinnen und Professoren, 9.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und 31.500 Studierenden eine der führenden technischen Universitäten Europas. Ihre Schwerpunktfelder sind die Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Lebenswissenschaften, Medizin und Wirtschaftswissenschaften. Nach zahlreichen Auszeichnungen wurde sie 2006 vom Wissenschaftsrat und der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Exzellenzuniversität gewählt. Das weltweite Netzwerk der TUM umfasst auch eine Dependence mit einem Forschungscampus in Singapur. Die TUM ist dem Leitbild einer unternehmerischen Universität verpflichtet. Internet: www.tum.de

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München www.tum.de			
Name	Funktion	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22778	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 10510	battenberg@zv.tum.de