

Pressedienst Wissenschaft

Garching, den 23. November 2010

Maschinenbau auf molekularer Ebene:

Nanorotoren setzen sich selbst zusammen

Wissenschaftlern der Technischen Universität München (TUM) ist es gelungen, stabförmige Moleküle dazu zu bringen, sich selbst zu nur wenige Nanometer großen Rotoren zusammen zu setzen. Die winzigen Systeme dienen der Untersuchung der Kräfte, denen Moleküle auf Oberflächen und in Käfigen ausgesetzt sind. Ihre Ergebnisse veröffentlichen sie in der aktuellen online-Ausgabe der Proceedings of the National Academy of Sciences der USA.

In der Nanowelt ist vieles anders. Der Mensch steht erst am Anfang, ihre Gesetzmäßigkeiten zu erforschen und nutzbar zu machen. Einem Team um Professor Johannes Barth aus dem Physik-Department der TU München ist es nun gelungen, stabförmige Moleküle so in einem zweidimensionalen Netzwerk einzuschließen, dass Sie von selbst kleine Rotoren bilden, die sich in ihren Honigwaben-artigen Käfigen drehen.

Vorbild für solche, sich selbst organisierenden Systeme ist die Natur. Proteine bringen Reaktionspartner so in engste räumliche Nähe, dass Reaktionen ablaufen, die ohne die Zusammenführung nicht möglich wären. Auch der Mensch nutzt solche Effekte, indem er Katalysatoren entwickelt, an deren Oberfläche Reaktionspartner zusammenfinden. Doch der große Traum, Selbstorganisationseffekte so zu nutzen, dass sich Nanomaschinen ganz von alleine zusammenbauen, steht noch in weiter Ferne.

Die in Garching entwickelten Rotoren sind ein erfolgreicher Schritt in diese Richtung. Zunächst bauten die Physiker ein riesiges Nanonetzwerk auf, indem sie Kobalt-Atome und ein stäbchenförmiges Molekül namens Sexiphenyl-Dicarbonitril auf einer Silberoberfläche miteinander reagieren ließen. Dabei entsteht ein riesiges Honigwaben-artiges Netzwerk, das eine erstaunlich hohe Stabilität besitzt. Ähnlich dem Graphen, dessen Entdecker vor wenigen Wochen den Nobelpreis erhielten, ist dieses Netzwerk nur exakt eine Atomlage dick.

Als die Forscher weitere Stäbchen-Moleküle zugaben, sammelten sich plötzlich spontan meist drei Stäbchen in einer Wabe, während benachbarte Waben leer blieben. Die geselligen Moleküle mussten also einen Vorteil davon haben, sich jeweils zu Dritt zu organisieren. Unter einem Rastertunnel-Mikroskop konnten die Forscher sehen, warum das der Fall war. Die drei Moleküle ordneten sich jeweils so an, dass die drei Stickstoff-Enden gegenüber einem

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München

Name	Position	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22779	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 12890	battenberg@zv.tum.de

Wasserstoff-Atom platziert waren. Diese Anordnung in Form eines dreiflügeligen Rotors ist energetisch so vorteilhaft, dass die Moleküle zusammenbleiben, selbst wenn thermische Energie das Trio in seinem Käfig zur Rotation anregt.

Da ihr Waben-Käfig aber nicht rund sondern sechseckig ist, gibt es für die Rotoren zwei verschiedene Positionen, die aufgrund der Wechselwirkungen der äußeren Stickstoffatome mit den Atomen der Käfigwand unterscheidbar werden. Darüber hinaus können die drei Moleküle rechtsdrehend und linksdrehend angeordnet sein. Durch Versuche bei verschiedenen Temperaturen konnten die Physiker alle vier Zustände „einfrieren“ und genau untersuchen. Aus der Temperatur, bei der die Rotation beim Aufwärmen wieder einsetzte, konnten sie die Energieschwelle für eine Drehung der Nanorotoren berechnen.

„In der Zukunft hoffen wir, diese einfachen mechanischen Modelle auf optisches oder elektronisches Schalten ausdehnen zu können,“ sagt Professor Johannes Barth. „Wir können die Käfiggröße gezielt festlegen oder auch gezielt weitere Moleküle einbringen und deren Wechselwirkungen mit der Oberfläche und der Käfigwand studieren. Diese sich selbst organisierenden, dynamischen Nanosysteme haben ein enormes Potenzial.“

Die Arbeiten wurden unterstützt aus Mitteln der Europäischen Union (ERC Advanced Grant MolArt) sowie dem Institute for Advanced Study (TUM-IAS), der International Graduate School for Science and Engineering (IGSSE) und dem Zentralinstitut für Katalyseforschung (CRC) der TU München. Die Publikation entstand in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern des Instituts für Nanotechnologie des Karlsruher Institutes für Technologie und des Institute de Physique et Chimie des Materiaux der Universität Strasbourg.

Originalpublikation:

Rotational and constitutional dynamics of caged supramolecules, Dirk Kühne, Florian Klappenberger, Wolfgang Krenner, Svetlana Klyatskaya, Mario Ruben und Johannes V. Barth, PNAS Early Edition (online in der Woche ab dem 22.11.2010)

<http://www.pnas.org/content/early/2010/11/15/1008991107.abstract>

Bildmaterial:

<http://mediatum.ub.tum.de/?cfold=1003997&dir=1003997&id=1003997>

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München

Name	Position	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22779	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 12890	battenberg@zv.tum.de

Kontakt:

Prof. Dr. Johannes V. Barth
Technische Universität München
Fakultät für Physik, E20
James-Franck-Str. 1
85748 Garching, Germany
Tel: +49 89 289 12608
Fax: +49 89 289 12338
E-Mail: jvb@ph.tum.de
Internet: <http://www.e20.physik.tu-muenchen.de/>

Die **Technische Universität München (TUM)** ist mit rund 460 Professorinnen und Professoren, 7.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern (einschließlich Klinikum rechts der Isar) und 25.000 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 in Singapur. Die TUM ist dem Leitbild einer unternehmerischen Universität verpflichtet.

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München

Name	Position	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22779	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 12890	battenberg@zv.tum.de