

Pressedienst Wissenschaft

29. Dezember 2011

Zweidimensionale Netzwerke aus Boronsäuren:

Die Kunst des molekularen Teppichknüpfens

Stabile zweidimensionale Netzwerke aus organischen Molekülen sind wichtige Bausteine für verschiedenste Aufgaben in der Nanotechnologie. Doch diese nur eine Atomlage dicken Netzwerke gleichzeitig mit hoher Qualität und großer Stabilität herzustellen, ist zurzeit noch eine große Herausforderung. Wissenschaftlern des Exzellenzclusters Nanosystems Initiative Munich (NIM) ist es nun gelungen, solche Netzwerke aus Boronsäure-Molekülen herzustellen. Die aktuelle Ausgabe des Fachmagazins ACSnano berichtet über ihre Ergebnisse.

Selbst im teuersten Orientteppich sind nie perfekt geknüpft. Es wird erzählt, dass die religiösen Teppichknüpfer aus Demut bewusst kleinste Fehler in ihre feinen Teppiche einbauen, denn nur Gott käme das Recht zu frei von Fehlern zu sein. Davon sind molekulare Teppiche, wie sie die Nanotechnologie gerne hätte, noch weit entfernt. Physiker um Dr. Markus Lackinger von der Technischen Universität München (TUM) und Professor Thomas Bein von der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) haben nun ein Verfahren entwickelt, mit dem sie aus Boronsäure-Bausteinen polymere Netzwerke hoher Qualität aufbauen können.

Die „Teppiche“, an denen die Physiker in ihrem Labor im Deutschen Museum München arbeiten, bestehen aus geordneten zweidimensionalen Strukturen, entstanden durch Selbstorganisation von Boronsäure-Molekülen auf einer Graphit-Oberfläche. Dabei verknüpfen sich die Moleküle durch Abspaltung von Wasser zu einem durchgehend von chemischen Bindungen zusammen gehaltenen und damit sehr stabilen Teppich. Durch die wabenartige, gleichmäßige Anordnung des nur eine Atomlage dicken Netzwerks ergibt sich eine nanostrukturierte Oberfläche, deren Poren beispielsweise als stabile Formen für die Herstellung von Metall-Nanopartikeln verwendet werden könnten.

Auch bei den Molekülteppichen gibt es fast fehlerfreie Modelle, leider sind diese nicht sehr stabil. Bei ihnen basiert die Verknüpfung der Moleküle untereinander auf schwachen Bindungen wie beispielsweise Wasserstoff-Brückenbindungen oder van der Waals-Kräften. Der Vorteil dieser Variante ist, dass Fehler in der regelmäßigen Struktur noch während des Selbstorganisationsprozesses behoben werden können, indem sich fehlerhafte Verknüpfungen wieder lösen und sich die korrekten Verknüpfungen ausbilden können.

Viele Anwendungen erfordern jedoch molekulare Netzwerke, die mechanisch, thermisch oder auch chemisch stabil sind. Solche belastbaren Molekülteppiche können entstehen indem man die Moleküle über starke chemische Bindungen verknüpft. Der Nachteil wiederum ist, dass dann die normalerweise nicht vermeidbaren Knüpffehler wegen der großen Bindungsstärke nicht mehr korrigierbar sind.

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

Markus Lackinger und seine Kollegen haben nun einen Weg gefunden, einen Molekülteppich mit stabilen kovalenten Bindungen ohne größere Webfehler herzustellen. Die Methode beruht auf einer Verknüpfungsreaktion, die aus einzelnen Boronsäure-Molekülen einen molekularen Teppich entstehen lässt. Bei der eingesetzten Kondensationsreaktion werden Wasser-Moleküle freigesetzt. Lässt man die Verknüpfung bei Temperaturen knapp über 100°C in Gegenwart geringer Mengen von Wasser ablaufen, können Webfehler während des Knüpfens nun doch korrigiert werden. Heraus kommt der gewünschte Zauberteppich: Moleküle in einer stabilen und korrekt angeordneten einschichtigen Struktur.

Markus Lackinger hat sein Labor im Deutschen Museum München und forscht am Lehrstuhl von Prof. Wolfgang Heckl (TUM School of Education, TU München). Prof. Bein ist Lehrstuhlinhaber im Department Chemie der LMU. Die Arbeiten entstanden in Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Prof. Paul Knochel (LMU) und der Firma Physical Electronics GmbH. Gefördert wurden die Arbeiten aus Mitteln des Exzellenzclusters Nanosystems Initiative Munich (NIM) und der Bayerischen Forschungsförderung (BFS).

Publikation:

Synthesis of well-ordered COF monolayers: Surface growth of nanocrystalline precursors *versus* direct on-surface polycondensation

Jürgen F. Dienstmaier, Alexander M. Gigler, Andreas J. Goetz, Paul Knochel, Thomas Bein, Andrey Lyapin, Stefan Reichlmaier, Wolfgang M. Heckl, and Markus Lackinger
ACS Nano Vol. 5, **12**, 9737-9745 – <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nn2032616>

Ansprechpartner:

PD Dr. Markus Lackinger
TUM School of Education
Deutsches Museum
Museumsinsel 1, 80538 München, Germany
Tel: +49 89 2179 605
E-Mail: markus.lackinger@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