

# Brückenbauer im Nanoreich

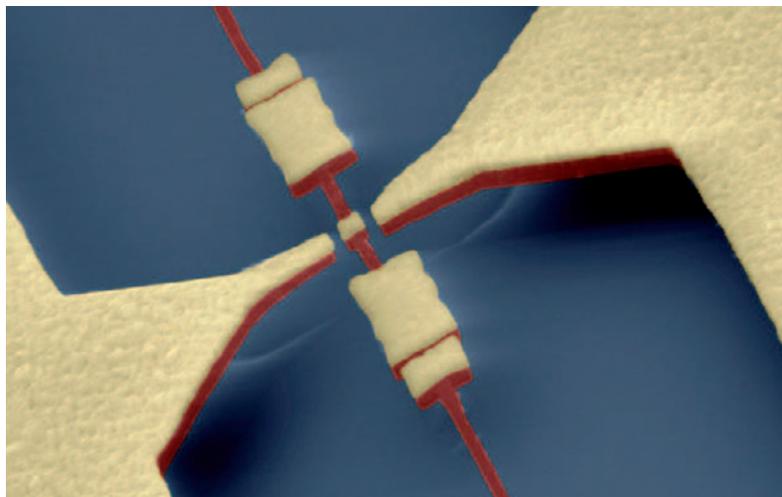
Ziele und Aktivitäten des Exzellenzclusters „Nanosystems Initiative Munich“ in München

Alexander Pawlak

+ ) [www.nano-initiative-munich.de](http://www.nano-initiative-munich.de)

Die Nanotechnologie ist reich an ehrgeizigen Visionen. Nanoroboter sollen Krankheiten im Körper heilen und Quantencomputer mit leistungsfähigen Nanoschaltkreisen rechnen, die mit einzelnen Photonen oder Elektronen arbeiten. Doch für diese Visionen dürfte noch viel und langwierige Grundlagenforschung nötig sein. Der Exzellenzcluster „Nanosystems Initiative Munich“ (NIM)<sup>+)</sup> , der im November 2006 seine Arbeit aufgenommen hat, möchte daher erforschen, wie sich unterschiedlichste Nanostrukturen für Anwendungen in der Informations- und Biotechnologie kombinieren oder integrieren lassen. In zehn Forschungsfeldern geht es z. B. um Quantenphänomene in Nanosystemen bis hin zu „Lab-on-a-chip“-Anwendungen. Dafür bringt NIM in München, Garching und Augsburg Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Physik, Biophysik, Physikalischer Chemie, Biochemie, Pharmazie, Biologie, Elektrotechnik und Medizin zusammen.

Für NIM-Koordinator Jochen Feldmann, Professor für Photonik und Optoelektronik an der LMU, bietet München für all diese Vorhaben einen entscheidenden Standortvorteil: „In Bezug auf die



Eine winzige Goldinsel (Durchmesser ca. 100 nm) auf einem dünnen Draht aus Siliziumnitrid

kan als mechanische „Nanofähre“ für einzelne Elektronen dienen.

Informationstechnologie existiert bereits eine intensive Zusammenarbeit zwischen den Universitäten. In den Life Sciences ist die Region München z. B. durch den Campus in Großhadern-Martinsried bestens aufgestellt.“ Dort sind u. a. die Max-Planck-Institute für Biochemie und für Neurobiologie angesiedelt.

Eine wichtige Keimzelle für NIM ist das Münchner Center for NanoScience (CeNS), an dem bereits seit 1998 interdisziplinär im Nano-Bereich geforscht und gelehrt wird. In dieser Kooperation nutzen die Wissenschaftler der verschiedenen naturwissenschaftlichen

Disziplinen gemeinsam Know-how, Technologien, Einrichtungen und Ressourcen. „CeNS arbeitet sehr erfolgreich, aber NIM hat jetzt die finanziellen Ressourcen, um insbesondere an den interdisziplinären Schnittstellen neue risikoreiche und kostenintensive Forschungsprojekte auf den Weg zu bringen und nachhaltig zu unterstützen“, sagt Jochen Feldmann. Den integrativen Ansatz erläutert er am Beispiel medizinischer Anwendungen. Intelligente nanostrukturierte Trägermaterialien etwa sollen Zellbarrieren überwinden und so z. B. therapeutische Substanzen direkt in einen Tumor einbringen. Dafür sind Techniken nötig, die winzigste Löcher in Membranen bohren können. „Hier brauchen wir eine Kooperation zwischen Physikern, die sich mit Laserspektroskopie auskennen, und Pharmazeuten, die an Zellen, Zellkulturen und Tieren Versuche machen. Erst NIM bietet einen Rahmen, um dies zu finanzieren und die nötigen Fachleute aus Life Sciences, Nanotechnologie und Laserphysik zusammenzubringen“, erläutert Feldmann.

Ein anderer Ansatz für hybride Nanosysteme nutzt molekulare Erkennung und Selbstorganisation.

## NANOSYSTEMS INITIATIVE MUNICH

### Beteiligte Institutionen:

Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), Technische Universität München (TUM), Universität Augsburg, Hochschule München – University of Applied Sciences, Walther-Meißner-Institut, Walter-Schottky-Institut, Max-Planck-Institute für Biochemie und für Quantenoptik, Deutsches Museum, Center for NanoScience (CeNS)

**Koordinator:** Prof. Dr. Jochen Feldmann, LMU

**Stellv. Koordinator:** Prof. Dr. Gerhard Abstreiter (TUM)



### Forschungsfelder:

- Einzelne Elektronen und Spins in Nanosystemen
- Nanophotonische Systeme
- Nanosysteme zur Quanteninformationsverarbeitung
- Nanowandler
- Funktionale Nano-Netzwerke
- Nanoanalytik und ihre technischen Voraussetzungen
- Nanostrukturierte Oberflächen und Zell-Substrat-Wechselwirkung
- Biophysik einzelner Moleküle
- Nano-Agenten und Zellmikroskopie
- Zielgerichteter Arzneimitteltransport

Proteine können Goldnanopartikel (Abb. rechts) so zusammenfügen, dass sich damit ganz gezielt Felder verstärken lassen, etwa für Fluoreszenz- oder Raman-Spektroskopie. „Proteine dienen hier mittels Schlüssel-Schloss-Prinzip als intelligenter Kitt, damit die beiden Goldpartikel auf einer Nanometer-Skala zusammenfinden. Lithografisch wäre diese Präzision gar nicht möglich“, betont Feldmann und hält es für realistisch, in Bauelementen wie Solarzellen DNA einzubauen, um damit funktionelle Hybridsysteme zu erzeugen.

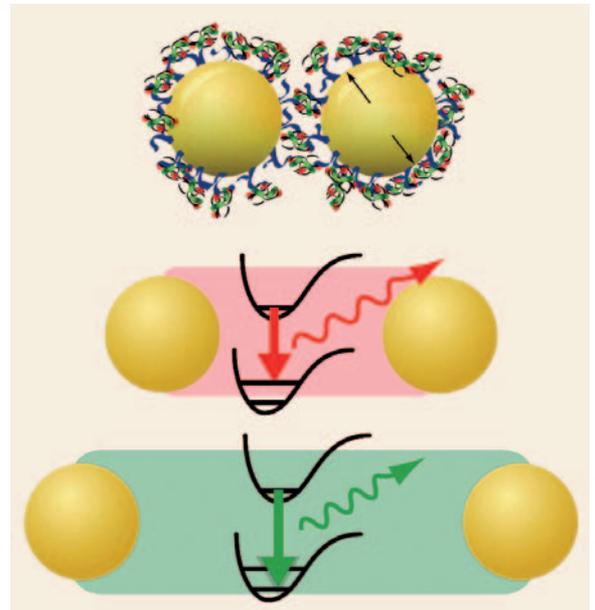
## Personalien und Perspektiven

Für NIM ist es genau wie bei den anderen Exzellenzclustern ein wichtiges Anliegen, herausragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu gewinnen, gerade auch im Bereich des Nachwuchses. „Wir haben schon vor der Exzellenzinitiative damit begonnen, verstärkt auf Stellen mit ‚tenure track‘ zu setzen“, betont Feldmann. Das sei auch ein Markenzeichen des Antrags für die Exzellenzinitiative gewesen und nicht etwa nur die Schaffung von neuen Lehrstühlen. Drei von vier neuen W2-Stellen sind bereits besetzt, drei existierende W3-Professuren sollen 2010 vorweg wieder besetzt werden. NIM steuert zudem Erstausrüstungsmittel für sechs weitere W2- und zwei W3-Professuren bei. Dazu kommen Nachwuchsstellen aus Programmen der LMU und TU München, die sich nun dank NIM wesentlich besser personell und materiell ausstatten lassen. „Wir mussten allerdings einige Klimmzüge machen, die neuen Leute in angemessenen Räumlichkeiten unterzubringen“, berichtet Feldmann. An der TU München wird daher derzeit ein neues Gebäude errichtet, und am Fachbereich Physik der LMU in der Innenstadt wurden neue Räume für NIM-Arbeitsgruppen zur Verfügung gestellt. Gerade hier wünscht sich Feldmann verlässliche Zusagen von Bund und Ländern über die fünf Jahre des ersten Antrags hinaus. „Auch für die Unis

ist es leichter, großzügige Entscheidungen zu fällen – gerade im Hinblick auf Neubauten –, wenn sie wissen, dass der Wettbewerb weiter gehen wird“, sagt er.

Um aussichtsreichen Wissen-schaftlernachwuchs kümmert sich NIM gewissermaßen in einem „bottom-up-Ansatz“. Schon interessierte Schüler haben die Möglichkeit, in die NIM-Forschung hineinzuschnuppern. Für Studierende im Hauptstudium bietet ein international ausgeschriebenes „Summer Research Program“ zweimonatige Forschungspraktika. Damit sollen nicht zuletzt besonders gute Doktoranden gewonnen werden. Die sollen vom strukturierten Doktorandenprogramm profitieren, das den Nachwuchsforschern eine interdisziplinäre Ausbildung bietet, z. B. durch Seminare und Winter-schulen. Dabei begleiten zwei Mentoren möglichst aus unterschiedlichen Fakultäten die Doktoranden. Interdisziplinäre Veranstaltungen an den verschiedenen NIM-Stand-orten bietet zudem das CeNS an. Das soll gerade auch Studierende ermutigen, einmal die Fakultät zu wechseln. „Es gibt immer noch genug Berührungspunkte zwischen den Disziplinen, die es abzubauen gilt“, sagt Feldmann.

Berührungspunkte zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gibt es dagegen bei NIM nicht. Schon aus CeNS sind erfolgreich Firmengründungen wie Advalytix und Attocube hervorgegangen. „NIM soll den Wissenschaftlern ein Klima bieten, in dem aus viel versprechenden Ideen auch Geschäftsideen werden können“, sagt Jochen Feldmann. Dabei gibt es auch eine Kooperation mit Betriebswirtschaftlern vom Odeon Center for Entrepreneurship der LMU. Kürzlich haben sich zwei Projekte erfolgreich dem Münchner Businessplan-Wettbewerb gestellt: NanoTemper, das Mess-Systeme für die schnelle optische Charakterisierung von Biomolekülen vermarkten will, und NanoStove, das winzige Goldteilchen als „Nanoheizplatten“ nutzt, die Licht sehr effizient in Wärme umwandeln können. Dies lässt sich in der Pflanzenzucht oder bei Medikamententests anwenden.



LMU, nach M. Ringler et al., Phys. Rev. Lett. 100, 203002 (2008)

„Eine Reihe von Firmen hat großes Interesse an der sog. Nanoplasmone, bei der sich mithilfe von Oberflächenanregungen Feldverstärkung erreichen lässt“, meint Jochen Feldmann. Gefragt seien auch metallische Nanopartikel jeglicher Art und Form, teilweise in hybriden Anordnungen mit anderen Molekülen oder Nanokristallen, etwa für die Photovoltaik, Leuchtdioden oder Sensorik. NIM kooperiert daher mit einer ganzen Reihe von Firmen, wie z. B. General Electrics in Garching, Olympus in Martinsried und Roche in Penzberg. „Die Kooperationen sind aber nicht so angelegt, dass sie ein klares Produkt anstreben. Das wäre der falsche Ansatz. Es ist wichtig, dass man sich im wissenschaftlichen Kontext trifft“, betont Feldmann und sagt selbstbewusst: „Mit all dem steht München nicht schlecht da und wird dazu beitragen, NIM international sichtbar zu machen.“

Zwei durch Proteine verbundene und mit Farbstoffmolekülen versehene Gold-Nanopartikel könnten als Resonator das Herzstück eines Nano-Lasers bilden. Über den Abstand der Goldpartikel lässt sich die Lichtwellenlänge einstellen.

## DIE EXZELLENZCLUSTER

In einer losen Serie stellt das Physik Journal die Exzellenzcluster mit Schwerpunkt in der Physik vor:

- Center for Functional Nanostructures (CFN), Karlsruhe
- Munich-Center for Advanced Photonics (MAP), München
- Nanosystems Initiative Munich (NIM), München
- Origin and Structure of the Universe, München, s. Physik Journal, Juni 2008, S. 26
- Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research (QUEST), Hannover, s. Physik Journal, August/September 2008, S. 30