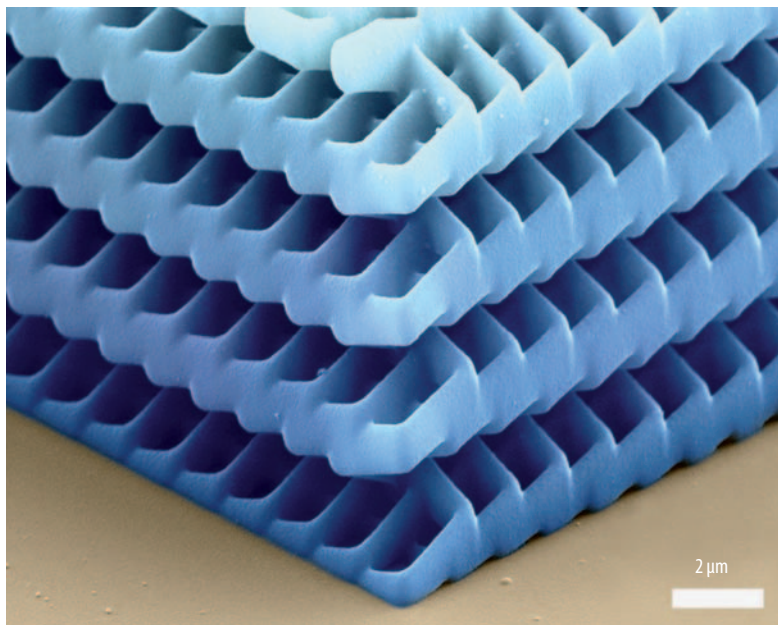


Nanoforschung auf solidem Fundament

Ziele und Aktivitäten des Exzellenzclusters „Centrum für Funktionelle Nanostrukturen“

Stefan Jorda

Unter den fünf Exzellenzclustern aus der Physik nimmt das Centrum für Funktionelle Nanostrukturen (CFN) in Karlsruhe eine Sonderrolle ein, blickt es doch bereits auf eine über siebenjährige Geschichte zurück. Da die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) das CFN seit Mitte 2001 als DFG-Forschungszentrum mit jährlich fünf Millionen Euro fördert, konnte das CFN im Herbst 2006 einen fliegenden Start als Exzellenzcluster hinlegen und übergangslos seine Arbeit fortsetzen. Dennoch hat der „Adelstitel“ Exzellenzcluster eine große Bedeutung für das CFN, auch wenn damit „nur“ 1,5 Millionen Euro aus den Mitteln der Exzellenzinitiative verbunden sind: „Wären wir nicht zum Exzellenzcluster geworden, hätte es auch keine Eliteuniversität Karlsruhe gegeben“, sagt Martin Wegener, Physikprofessor an der Uni Karlsruhe und Koordinator des CFN. Außerdem sei das zusätzliche Geld „ein Segen“ und erlaube es, die Zusammenarbeit mit der Biologie signifikant auszubauen.



Am CFN wurde dieser dreidimensionale photonische Kristall mittels 3D-Laserlithographie aus dem Photolack SU-8

erstellt. In Silizium bildet diese Struktur eine vollständige photonische Bandlücke aus.

Das Fundament des CFN bildet die Zusammenarbeit zwischen Universität und Forschungszentrum Karlsruhe (FZK), die bereits bis auf das Jahr 1998 und das Institut für Nanotechnologie des FZK zurückgeht. „Damals haben beiden Seiten erkannt, was man gewinnt, wenn man zusammenarbeitet“, erinnert sich Wegener. Während die Universität viele junge Leute hatte, aber „notorisch zu wenig Geld“, konnte das FZK als Institut der Helmholtz-Gemeinschaft zwar auf eine solidere Grundfinanzierung bauen, hatte jedoch weitaus weniger wissenschaftlichen Nachwuchs.

In den ersten Jahren konzentrierten sich die Arbeiten am CFN auf optische und elektronische Eigenschaften von Nanostrukturen. Obwohl sich das CFN primär der Grundlagenforschung verpflichtet fühlt, ging es von Anfang an auch um konkrete Funktionen für Bauelemente. Wissenschaftliche Highlights gab es z. B. bei den photonischen Metamaterialien

und Kristallen, bei supraleitenden Quantenbits oder in der molekularen Elektronik. Aus der Zusammenarbeit zwischen Physikern und Chemikern entstand auch ein Verfahren, mit dem sich metallische und halbleitende Kohlenstoff-Nanoröhrchen in großem Maßstab voneinander trennen lassen.

Heute arbeiten über 250 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler – vom Diplomanden bis zum Professor – aus 15 Instituten der Universität und 5 Instituten des FZK im Rahmen des CFN zusammen. Physiker, Chemiker, Biowissenschaftler, Chemie- und Elektroingenieure sowie Verfahrenstechniker bringen gemeinsam über 90 Teilprojekte voran, die sich mit allem rund um die Nanotechnologie beschäftigen. Zu den Forschungsfeldern Nano-Photonik und -Elektronik haben sich Nanostrukturen aus Molekülen, Nano-Materialien für Brennstoffzellen oder Batterien sowie die Verbindung mit Zell- und Molekularbiologie gesellt. Dabei haben sich

CENTRUM FÜR FUNKTIONELLE NANOSTRUKTUREN

Beteiligte Institutionen:

Universität Karlsruhe, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH

Koordinator: Prof. Dr. Martin Wegener, Universität Karlsruhe

Stellv. Koordinator: Prof. Dr. Manfred Kappes, Universität Karlsruhe



Forschungsfelder:

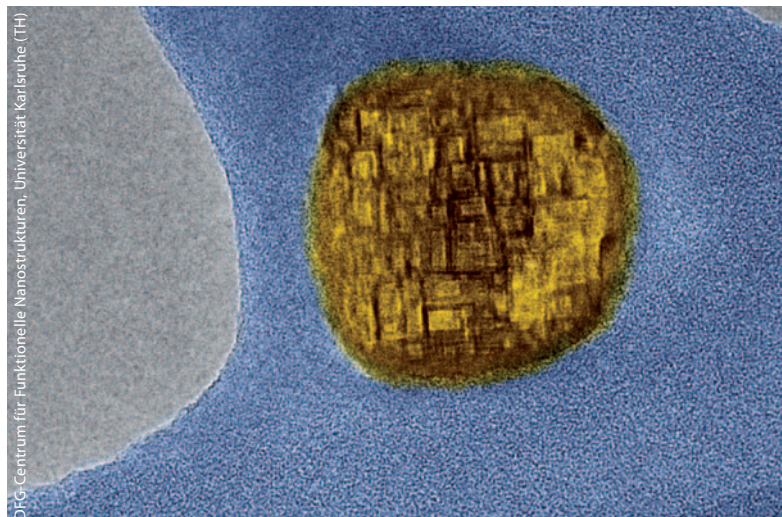
- Nano-Photonik: Photonische Kristalle, Spin-Optoelektronik, Nanophotonische Bauelemente, Bio-Photonik
- Nano-Elektronik: Nanoelektronische Bauelemente, Nanostrukturen, Supraleitende Bauelemente
- Molekulare Nanostrukturen: Molekül-basierte Nanostrukturen, Bio-Assembly
- Nanostrukturierte Materialien (läuft 6/2009 aus)
- Nano-Biologie: Nanopartikel und Membranen, Nanostrukturierte Oberflächen, Motoren und Mikrotubuli
- Nano-Energie: Organische Solarzellen, Nanomaterialien für Brennstoffzellen und Lithium-Ionen-Batterien

manche neue „Pärchen“ getroffen, sagt Wegener, der vorher nicht mit Biologen zusammengearbeitet hatte: „Aus vielen Diskussionen haben sich gemeinsame Projekte ergeben; das hat allerdings zwei Jahre gedauert.“

Ein wichtiges Element des CFN sind Gruppen für den wissenschaftlichen Nachwuchs. Vier finanziert das CFN direkt, weitere Gruppenleiter bringen ihr Geld z. B. aus dem Emmy-Noether-Programm oder einer Helmholtz-Nachwuchsgruppe mit und erhalten Zusatzmittel. Als Mitglieder des CFN haben die Gruppenleiter die gleichen Rechte und Pflichten wie die Professoren, mit *tenure track* sind ihre Stellen aber bewusst nicht verbunden. „Ich halte es für wichtig, dass man junge Leute fördert und ihnen Unabhängigkeit gibt“, begründet Wegener, „aber dann müssen sie irgendwann beweisen, dass auch jemand anderes sie toll findet.“ Dies habe sich bewährt, und in den ersten beiden Förderperioden der DFG nahmen 10 bzw. 19 Nachwuchswissenschaftler Rufe auf Professuren außerhalb von Karlsruhe an – einige davon hat das CFN inzwischen nach Karlsruhe zurückgeholt.

Der Neubau ist bezogen

Vier Nachwuchsgruppen ziehen in diesen Wochen um in einen viergeschossigen Neubau des CFN. „Wenn die Gruppen unabhängig sein sollen, dürfen sie nicht darauf angewiesen sein, beim Institutsleiter um Räume zu betteln“, meint Wegener. Der mit einer Stahlfassade verkleidete und acht Millionen Euro teure „Rostwürfel“ bietet 1500 Quadratmeter Nutzfläche für Büros, Labore und Vortragsräume. Finanziert wurde der Neubau zur Hälfte aus Bundesmitteln, 3,5 Millionen steuerte die Landesstiftung Baden-Württemberg bei und den Rest die Universität. Das Nanostructure Service Laboratory im Keller steht allen CFN-Mitgliedern zur Verfügung und bietet in einem Reinraum eine hervorragende Infrastruktur zur Epitaxie und Lithographie von Nanostrukturen.



DFG-Zentrum für Funktionelle Nanostrukturen, Universität Karlsruhe (TH)

Solche Hohlkugeln aus Gold (Durchmesser ca. 50 nm, Wandstärke ca. 5 nm) könnten in der Biomedizin als Wirkstoff-Träger oder Kontrastmittel eingesetzt werden. Am CFN werden sie ohne Verwendung fester Template in einer Mikroemulsion hergestellt.

Nebenan steht ein über vier Millionen Euro teures Transmissions-elektronenmikroskop, das die DFG im Rahmen des Zukunftskonzepts Karlsruhe Institut für Technologie (KIT) finanziert hat und das eine Auflösung von 0,08 Nanometer ermöglicht. Neben der Abbildung einzelner Atome erlaubt es das Gerät auch, chemische Analysen an nanoskaligen Objekten durchzuführen und deren elektronische Eigenschaften zu untersuchen.

Dem längeren Vorlauf des CFN ist auch zu verdanken, dass bereits vier Ausgründungen existieren. Turbomol vermarktet ein Programm-paket für die Quantenchemie, während die Nanoscribe GmbH, an der Carl Zeiss 40 Prozent hält, eine Methode zum direkten Laserschreiben entwickelt hat, welche die Herstellung von dreidimensionalen Mikro- und Nanostrukturen ermöglicht. Die beiden anderen Start-ups, IMOLA und Cyenic, beschäftigen sich mit mikrooptischen Strukturen aus Polymeren bzw. mit organischen Materialien für Leuchtdioden und Solarzellen.

Die Förderperioden als DFG-Forschungszentrum einerseits und Exzellenzcluster andererseits sind voneinander unabhängig und zeitlich verschoben. Daher muss sich das CFN häufiger der Begutachtung stellen. Im vergangenen Dezember haben die Verantwortlichen den Antrag für die dritte und letzte Förderperiode bei der DFG eingereicht, Mitte Februar soll die Begutachtung stattfinden. Das CFN ist dabei zum Erfolg verdammt, denn

das Exzellenzcluster wurde mit Sperrvermerk bewilligt: Nur falls das DFG-Forschungszentrum verlängert wird, fließt das Geld aus der Exzellenzinitiative. „Tief im Inneren meines Herzens gehe ich davon aus, dass es weitergeht“, zeigt sich Wegener zuversichtlich. Dann werden auch die 1,5 Millionen weiter fließen, die das CFN zusätzlich vom Land und der Universität erhält.

Angesichts der guten finanziellen Ausstattung scheint zu gelten: „Wer hat, dem wird gegeben.“ „Ketzerisch könnte man das so formulieren“, sagt dazu Wegener, aber exzellent seien nun mal nur diejenigen, die gute Bedingungen vorgefunden hätten, und die erhalten jetzt noch mehr Geld. Nur so habe man eine Chance, auch einmal mit Harvard oder dem MIT zu konkurrieren. Und Martin Wegener lässt keinen Zweifel daran, dass sich das KIT dieses Ziel auf die Fahne geschrieben hat: „Wobei die Karlsruher großen Wert darauf legen, dass ihre Technische Hochschule bzw. heutige Universität älter ist als das MIT.“

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, s. Physik Journal, November 2008, S. 24
- 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