



PRESSEINFORMATION

FORSCHUNG

Die Molekülfabrik der Zukunft – Synthetische Nanobauwerke per Selbstorganisation

München, 13. November 2008 — Im Innern von Zellen ordnen sich Enzyme von selbst an und bilden so molekulare Fabriken, die zum Beispiel im Stoffwechsel eine wichtige Rolle spielen. Die Natur erreicht dies durch das grundlegende Prinzip der molekularen Selbstorganisation, das auf kleinstem Raum und äußerst effizient funktioniert. Wie wäre es, dieses Prinzip zu nutzen, um so eine „Molekülfabrik“ einfach nachzubauen? Münchner Wissenschaftler um Professor Hermann Gaub von der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München sind diesem Ziel einen entscheidenden Schritt näher gekommen. Mit einem Rasterkraftmikroskop können sie Moleküle im Labor in vorgegebenen Strukturen auf wenige Nanometer, also Millionstel Millimeter genau, zu Mustern anordnen. In einem zweiten Schritt dienen diese Muster dann als „Grundmauern“ für komplexere Strukturen, die sich selbstständig anordnen. Ein Vorteil der Methode: Der Zusammenbau der Moleküle lässt sich live beobachten, so dass Fehler sofort korrigiert werden können. (Nano Letters 2008, 8 (11))

Wenn in Organismen einzelne Moleküle zu komplexen Strukturen zusammengefügt werden, geschieht das meist automatisch ohne äußeres Zutun. Manche Molekülbausteine haben an ihrer Außenseite eine Art Schloss, andere Moleküle verfügen über den Schlüssel dazu. Die zueinander passenden Bausteine verbinden sich automatisch miteinander, sobald sie sich berühren. Nach diesem Prinzip der Selbstorganisation bilden sich komplexe Strukturen innerhalb von Zellen, und auch ganze Organismen entstehen auf diese Weise.

Die Münchner Physiker Elias Puchner und Stefan Kufer am Lehrstuhl für Angewandte Physik der LMU machten sich dieses Prinzip nun zunutze, um Nanobausteine zu komplexen Mustern zusammenzufügen. Bereits seit einiger Zeit können die Forscher mit dem Rasterkraftmikroskop (AFM) wie mit einem Kran Moleküle nanometergenau von einem Depot aufnehmen und an einer vorgegebenen Stelle wieder absetzen. Als Haken für die Moleküle fungieren dabei DNA-Abschnitte mit unterschiedlicher „Klebrigkeit“ an ihren Enden.

Luise Dirscherl (Leitung)

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706
Telefax +49 (0)89 2180 - 3656
dirscherl@lmu.de

Infoservice:
+49 (0)89 2180 - 3423

Geschwister-Scholl-Platz 1
80539 München
presse@lmu.de
www.lmu.de

Kommunikation und Presse

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706
Telefax +49 (0)89 2180 - 3656
dirschler@lmu.de

Infoservice:
+49 (0)89 2180 - 3423

Die erprobte Methode kombinierten die Physiker nun mit dem Prinzip der Selbstorganisation. Sie legten mit dem Rasterkraftmikroskop zunächst Muster aus Biotin-Molekülen an, besser bekannt als Vitamin H. Im nächsten Schritt dienten die Biotin-Moleküle dann als „Ankerpunkte“ für Streptavidin-Moleküle, die nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip genau zum Biotin passen. An den durch die Biotin-Moleküle vorgegebenen Positionen lassen sich so beliebige Nanobausteine platzieren.

Jeder dieser Bausteine muss dazu nur vorher mit einem Streptavidin-Molekül versehen werden. Sobald diese Schlüsselmoleküle in die Nähe der Biotin-Positionen kommen, ordnen sie sich nach den gleichen Mustern an. Gaub schwärmt: „Das ist so, als müsste man zum Bau einer Burg nur einen Haufen Bausteine auf einem Grundriss ausschütten. Der eigentliche Bau entstände dann von selbst.“

Seinen Mitarbeitern gelang auf diese Weise, Strukturen aus verschiedenen Nanokristallen herzustellen. Einen wichtigen Vorteil der Technologie erläutert Gaub so: „Will man funktionale Nanosysteme aufbauen, kommt es vor allem auf die präzise Positionierung der Bausteine an. Bei unserer Technik kann man die Moleküle live beim Zusammenbau beobachten. Dadurch lassen sich Fehler sofort korrigieren.“

Für die Methode sind viele neue Anwendungen denkbar. So könnten in Zukunft durch das gezielte Aneinanderreihen von Enzymen ganze Molekülfabriken geschaffen werden. Darin ließen sich dann beispielsweise Zellulose-Ligninkomplexe für die Energiegewinnung aufspalten. Mit derartigen künstlichen Enzymkomplexen könnten auch solche Pflanzen zur Produktion von Bio-Kraftstoff genutzt werden, die nicht als Nahrungsmittel benötigt werden.

Die in der Fachzeitschrift „Nano Letters“ veröffentlichte Forschungsarbeit wurde von den Exzellenzclustern „Nanosystems Initiative Munich“ (NIM) und dem LMU-Innovativ-Programm „Functional NanoSystems“ (FuNS) unterstützt.

Weiterführendes Material finden Sie unter:

<http://pubs.acs.org/cgi-bin/abstract.cgi/nalefd/asap/abs/nl8018627.html>

Einen Live-Film der Superstruktur-Entstehung (quicktime) finden Sie unter:

<http://pubs.acs.org/subscribe/journals/nalefd/supinfo/nl8018627/nl8018627-File003.qt>

Publikation:

„Nanoparticle Self-Assembly on a DNA-Scaffold Written by Single-Molecule Cut-and-Paste“,
Puchner, E. M.; Kufer, S. K.; Strackharn, M.; Stahl, S. W. and Gaub, H. E.
Nano Letters 2008, 8 (11), 3692 – 3695.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Hermann Gaub
Exzellenzcluster Nanosystems Initiative Munich (NIM) und Center for
Nanoscience (CeNS) der LMU
Tel.: 089 / 2180 – 3172
Fax: 089 / 2180 – 2050
E-Mail: gaub@physik.uni-muenchen.de
Web: www.biophysik.physik.uni-muenchen.de

Kommunikation und Presse

Telefon +49 (0)89 2180 - 2706
Telefax +49 (0)89 2180 - 3656
[dirtscherl@lmu.de](mailto:dirscherl@lmu.de)

Infoservice:
+49 (0)89 2180 - 3423