

Nanobiotechnologie

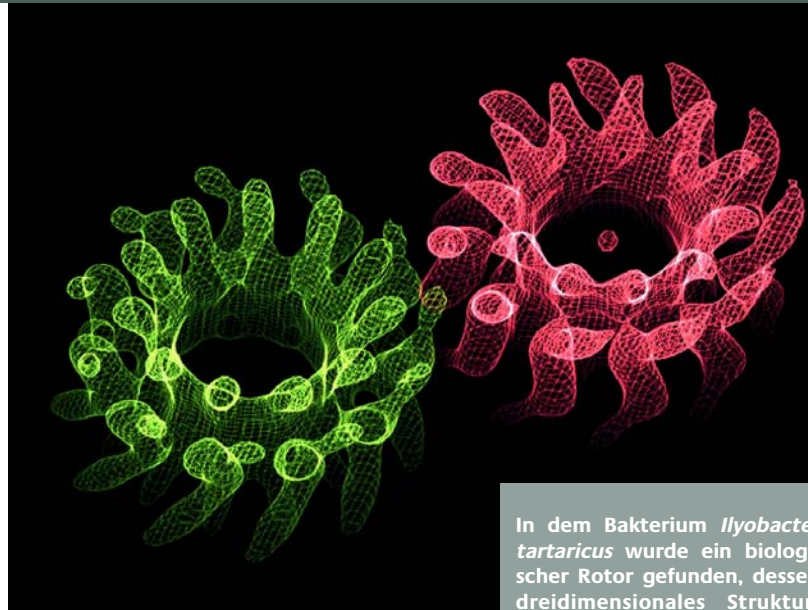
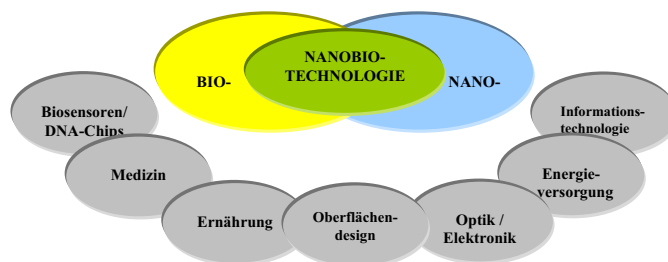
## Wenn Moleküle zu Werkzeugen werden

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert Erkundung und Nutzung biologischer Phänomene auf molekularer und atomarer Ebene

Bio- und Nanotechnologie gehören zu den zukunftsreichsten Technologien des 21. Jahrhunderts. An deren Schnittstelle hat sich die Nanobiotechnologie herausgebildet. Sie stellt eine Schlüsseltechnologie neuer Qualität dar. Die zu erwartende Dynamik dieses Gebiets wird mit der stürmischen Entwicklung der Mikroelektronik vergleichbar sein.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat im April 2000 auf der Grundlage des Rahmenprogramms Biotechnologie die Förderinitiative „Nanobiotechnologie“ aufgelegt. Damit wurden bis zum Jahr 2006 Mittel im Umfang von 50 Millionen € bereitgestellt. Mit dem Programm hat Deutschland gute Chancen, die Nanobiotechnologie weltweit an führender Position neben den USA und Japan zu entwickeln. Neben einem grundlegenden Verstehen der Funktionseinheiten biologischer Zellen zielt die Nanobiotechnologie auf funktionale Bausteine der belebten Natur ab. Kontrolliert erzeugt und geeignet angeordnet sollen deren oft einzigartige Eigenschaften neue technische Systeme hervorbringen.

Die Schwerpunkte der neuen Wissenschaftsdisziplin sind biologische und biomimetische Objekte auf der Nanoskala, d.h. mit Abmessungen von wenigen Millionstel Millimetern. Die Nanobiotechnologie hantiert folglich mit einzelnen Biomolekülen oder Molekülgruppen. Inhalt des Förderpro-



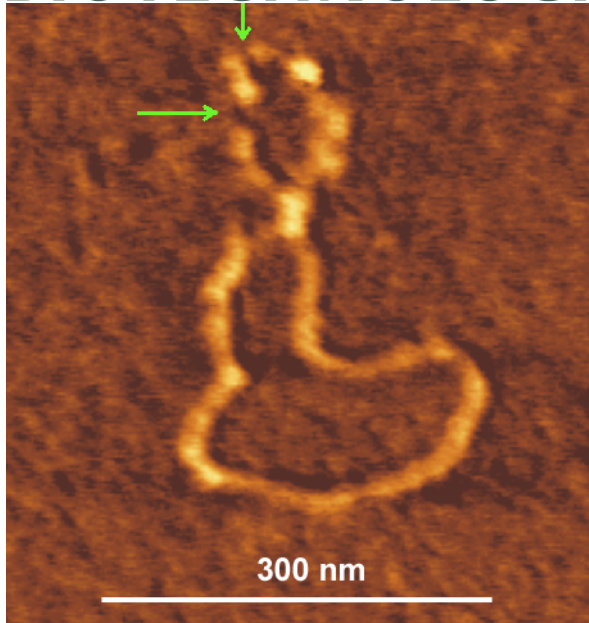
In dem Bakterium *Ilyobacter tartaricus* wurde ein biologischer Rotor gefunden, dessen dreidimensionales Strukturmodell hier zu sehen ist. Dieser winzige biologische Rotor gehört zu der Maschinerie, die die Energieversorgung der Zelle gewährleistet. Er ist aus elf identischen Protein-Untereinheiten aufgebaut. Jede dieser besteht aus zwei Transmembranen alpha-Helices, die einen inneren und einen äußeren Ring in der Membran bilden. Dargestellt ist sowohl die Ansicht vom Periplasma (hier grün, der an der Zellwand anliegende Bereich) als auch vom Zytoplasma (hier rot, von der Zellmembran umschlossen). Der Ringdurchmesser beträgt etwa fünf Nanometer. (Max-Planck-Institut für Biophysik, Frankfurt/M., Strukturbiologie, Janet Vonck, Tassilo Krug v. Nidda, Werner Kühlbrandt; ETH Zürich, Peter Dimroth).

gramms ist unter anderem der therapeutische und diagnostische Einsatz von Nanopartikeln sowie die Nutzung der Nanostrukturtechnik als Schlüssel zu ultrakleinen Geräten für Pharmaforschung und medizinische Diagnostik. Auf der anderen Seite finden erste Biomoleküle ihren Platz in elektronischen Bauteilen und alternativen Datenspeichern.

Die an der Schnittstelle von Physik, Biologie, Chemie und Ingenieurwissenschaften geförderten

Fortsetzung auf Seite 2

# BIOTECHNOLOGIE



Mit Hilfe der Rasterkraftmikroskopie (AFM = Atomic Force Microscopy) ist es möglich, Oberflächenstrukturen von biologischen Materialien mit nahezu atomarer Auflösung abzubilden und z. B. einzelne DNA-Doppelstränge darstellen. Das in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Norbert Hampp (Universität Marburg, FB Chemie) hergestellte Foto zeigt eine Plasmid-DNA nach zweimaligem Zerschneiden (Pfeile). Diese DNA lässt sich mit Hilfe des AFM manipulieren. So steht der Forschung ein leistungsfähiges Werkzeug zur Beobachtung und Bearbeitung biologischer Makromoleküle im Nanometerbereich zur Verfügung.

Fortsetzung von Seite 1

neuartigen Ansätze sollen eine breite industrielle Verwertung der Ergebnisse nach sich ziehen. Die Nanobiotechnologie wird dabei in einer gemeinsamen Initiative der „Physikalischen Forschung“ sowie der „Biologischen Forschung“ des BMBF gefördert. Im Einzelnen unterstützt die Förderaktivität „Nanobiotechnologie“:

- Nanobiologische Analyse- und Charakterisierungsverfahren
- Nanotechnologie unter Nutzung biologischer Adaptions-, Reparatur und Selbstorganisationsfähigkeiten
- Nanomanipulationstechniken für biologische/ biochemische Objekte
- Nanoreaktionstechniken
- Molekulare Maschinentechologie

Dabei sieht das BMBF die Notwendigkeit, die Forschungsförderung auf diesen Gebieten mit Vorhaben zur möglichst frühzeitigen Abschätzung ethischer, rechtlicher und sozialer Implikationen zu verbinden.

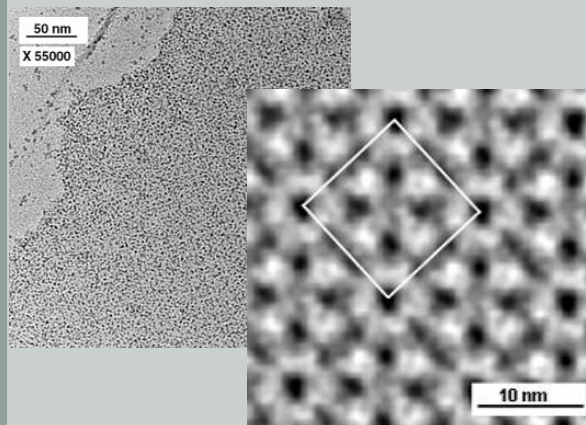
Neue High-Tech-Werkstoffe für die künftige Entwicklung der Computertechnik oder Medizin erfordern die technologische Beherrschung von wenigen Nanometer breiten Oberflächenstrukturen. Konventionelle, meist komplexe Produktionsprozesse wie die Fertigung von Mikroelektronik-Bauelementen sind dafür voraussichtlich nicht mehr einsetzbar.

Die Natur dagegen bringt nanoskalige Strukturen mit Hilfe relativ einfacher und umweltfreundlicher Prozesse hervor, die auf den Prinzipien der Selbstorganisation basieren.

## Biobasierte Technik

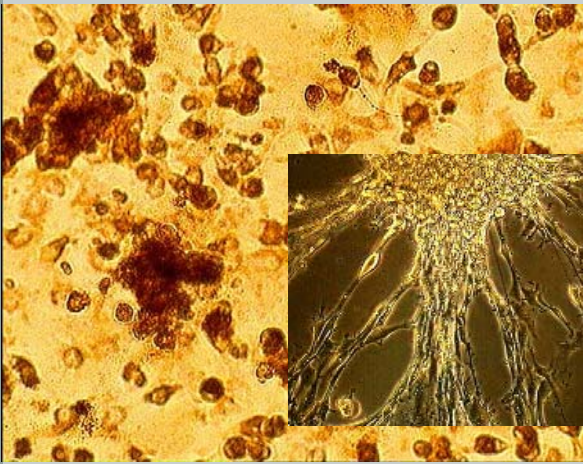
Die Nanobiotechnologie nutzt solche „smarten“ Strukturen von Biomolekülen - wie sie zum Beispiel auf der Oberfläche von Bakterien zu finden sind - als Trägermaterial (Template). Durch Anlagerung von Metallen oder anderen Stoffen können hochselektive Filter, Katalysatoren, Materialien für biobasierte elektronische Schaltkreise u.a.m. hergestellt werden.

Mittels gentechnischer Methoden ist die Proteinstruktur zudem auf der Nanoskala gezielt veränderbar - ein enormer Vorteil, um das natürliche Template an die Technik anzupassen.



Aufnahmen von Platinclustern (großes Bild), die über biomolekulares Templating auf bakteriellen Zellhüllenproteinen (S-Layern) synthetisiert wurden. Die mittlere Clustergröße beträgt 2 nm. Die Anordnung der Cluster folgt streng der Symmetrie des unterliegenden Protein-Templates (Bild rechts). Die Cluster wachsen bevorzugt in den Poren der Proteinmatrix und werden dort stabilisiert. Das weiße Quadrat umrahmt eine Einheitszelle des regelmäßigen Clusterarrays. (TU-Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft, Prof. Dr. Wolfgang Pompe und Mitarbeiter)

# Förderaktivität Nanobiotechnologie: Aus der Forschung



Zellen eines bösartigen Gehirntumors (Glioblastom) vor (kleine Foto) und nach Aufnahme von Nanoteilchen (braune Flecken; Durchmesser etwa 13 nm).

**M**edikamente ins Gehirn schleusen ist ein schwieriges Unterfangen. Eine Art Zellmauer schützt das Denkorgan vor Krankheitserregern und vielen schädlichen Molekülen. Diese Blut-Hirn-Schranke verwehrt auch vielen therapeutischen Wirkstoffen den Zutritt.

Forschungen haben gezeigt, dass Nanopartikel (Durchmesser zwischen 10 und 1000 nm) mit besonderen Oberflächeneigenschaften die Barriere überwinden können. An der Universität Frankfurt/Main arbeitet ein Team um Prof. Dr. Jörg Kreuter erfolgreich daran, mit Hilfe mikroskopisch kleiner Kunststoffkügelchen Stoffe ins Gehirn zu schleusen.

## Partikel gegen Krebs

Magnetische Nanopartikel könnten in der Krebsbekämpfung eingesetzt werden, wie die von Dr. Andreas Jordan und Mitarbeitern an der Berliner Charité entwickelte sogenannte Magnetflüssigkeits-Hyperthermie zeigt: Gezielt werden Teilchen aus Eisenoxid in die Krebsgeschwulst gebracht. Ein Magnetwechselfeld erwärmt die Nanopartikel und damit die Krebszellen, die durch die Überhitzung absterben.

Hergestellt werden die Partikel u.a. vom Leibniz-Institut für Neue Materialien (INM). Prof. Dr. Helmut Schmidt und Kollegen vom INM versuchen dabei, die Oberfläche der Nanopartikel gemäß Vorgaben der Berliner Gruppe biochemisch so zu gestalten, dass diese intravenös verabreicht werden können. Vor allem aber sollen möglichst nur Krebszellen die Partikel aufnehmen, um gesunde Zellen wenig zu belasten.

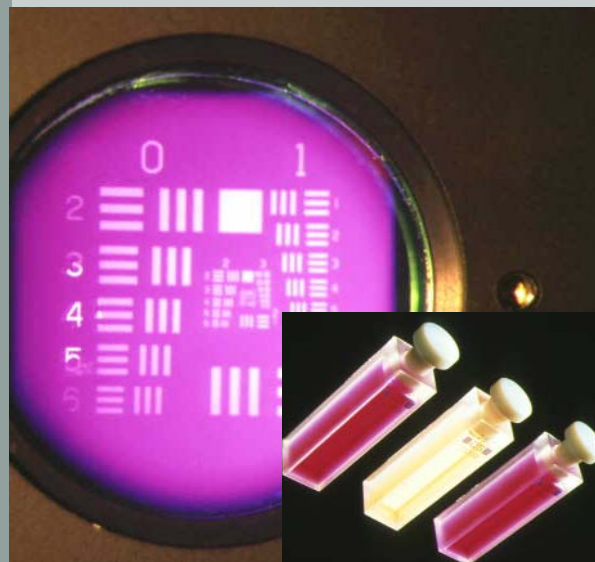
**B**akteriorhodopsin stammt aus sogenannten Halobakterien, die mit Hilfe dieses Proteins Lichtenergie in andere, für sie geeignete Energieformen umwandeln. Das Bakteriorhodopsin ändert seine Farbe von lila nach gelb, wenn es mit Licht bestrahlt wird.

Die photochromen Eigenschaften lassen sich mit Hilfe gentechnischer Methoden gezielt variieren und bestimmte Zustände stabilisieren. Damit ist Bakteriorhodopsin als leistungsfähiges Material für optische Medien interessant, insbesondere für die holographische Mustererkennung und Interferometrie.

## Proteine für die Optik

Darüberhinaus sind viele weitere Anwendungen möglich. Zum Beispiel können mit dem Protein versehene Biofilme hergestellt und auf diese Weise optische Datenspeicher mit extrem hoher Kapazität geschaffen werden.

In den letzten Jahren wurden die biotechnologischen Voraussetzungen geschaffen, um Bakteriorhodopsin technisch nutzen zu können. Derzeit wird an der Systemintegration des neuen Materials in anwendungsreife optische Systeme gearbeitet.



Das kleine Foto zeigt Bakteriorhodopsin in zwei verschiedenen farbigen Zuständen: Das Protein ändert seine Farbe von lila nach gelb, wenn es mit Licht bestrahlt wird. Großes Foto: Die Abbildung eines Testmusters, dargestellt auf einem Bakteriorhodopsin-Display. Das Bio-Display wurde von der Arbeitsgruppe um Prof. Norbert Hampp (Universität Marburg, FB Chemie) entwickelt.

## Ziele der Nanobiotechnologie- Förderung

Die BMBF-Förderrichtlinien „Nanobiotechnologie“ zielen u. a. auf folgende Schwerpunkte:

- Analyse- und Charakterisierungsverfahren mit Auflösungsvermögen im Nanometerbereich für biologische Fragestellungen sowie die Nutzung biologischer Eigenschaften für nanoanalytische Fragestellungen
- Nanotechnologische Nutzung biologischer Adaptions-, Reparatur- und Selbstorganisationsfähigkeiten, z.B. für Strukturierungstechniken sowie zur Herstellung nanometerdicker funktionalisierter Schichten zum Einsatz in technischen und biologischen Umgebungen
- Manipulationstechniken für biologische bzw. funktionsanaloge biochemische nanoskalige Objekte: Schneiden, Fügen und Positionieren auf der Nanometerskala zur Herstellung und Handhabung maßgeschneiderter biologischer Moleküle
- Reaktionstechniken zur Charakterisierung von Struktur-Wirkungsbeziehungen biologischer und funktionsanaloger biochemischer Systeme und deren Nutzung
- Design und Einsatz von molekularen und zellulären Werkzeugen und Maschinen (biologische Schalter, Aktuatoren, Motoren)
- Entwicklung von Signal- und Energiewandlern, sowie von Bauteilen zur Informationsverarbeitung bzw. Datenspeicherung auf der Ebene einzelner biologischer oder bioanaloger Moleküle
- Nanoskalige Verknüpfung der Halbleitertechnologie mit biomolekularen Funktionseinheiten

### KONTAKTADRESSEN

Forschungszentrum Jülich GmbH  
Projekträger Jülich (PtJ)  
52425 Jülich  
Dr. Arnulf Hache  
Tel: 030 / 20199 407  
a.hache@fz-juelich.de

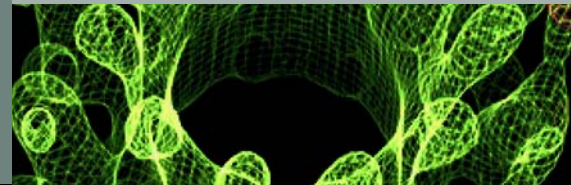


VDI-Technologiezentrum  
Physikalische Technologien

VDI-Technologiezentrum Physikalische  
Technologien, Graf-Recke-Straße 84  
40239 Düsseldorf  
Dr. Oliver Bujok, Dr. Dr. Dietmar Wechsler  
Telefon: 02 11/62 14 -4 76, -620  
bujok@vdi.de / wechsler@vdi.de

Internet:  
[www.fz-juelich.de/ptj/nanobiotechnologie](http://www.fz-juelich.de/ptj/nanobiotechnologie)  
[www.nanobio.de](http://www.nanobio.de)

Rahmenprogramm Biotechnologie -  
Chancen nutzen und gestalten:  
[www.bmbf.de/pub/  
rahmenprogramm\\_biotechnologie.pdf](http://www.bmbf.de/pub/rahmenprogramm_biotechnologie.pdf)



### I M P R E S S U M

#### Herausgeber:

Forschungszentrum Jülich GmbH  
Projekträger Jülich (PtJ)  
PtJ-Außenstelle Berlin  
Zimmerstraße 26/27  
10969 Berlin

Telefon: 0 30/2 01 99-4 31  
Telefax: 0 30/2 01 99-4 70  
E-Mail: [ptj-bio@fz-juelich.de](mailto:ptj-bio@fz-juelich.de)  
Info: [www.fz-juelich.de/ptj](http://www.fz-juelich.de/ptj)

#### Redaktion:

Dr. Michael Ochel (PtJ)

#### Fotos:

MPI f. Biophysik; Uni Marburg (AG Hampf);  
Inst. f. Neue Materialien; TU-Dresden (AG  
Pompe)

#### Lithografie und Druck:

Forschungszentrum Jülich GmbH  
Graphische Medien

#### Stand: Mai 2007

(2. Auflage)  
Gedruckt auf Recyclingpapier

*Dieses Infoblatt wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt.*

