

Der Werkzeugkasten der Natur

Experten verheißen der Nanobiotechnologie eine große Zukunft, doch der Umgang mit den winzigen Molekülen hat Tücken

Von Wiebke Rögener

Wenn Physik und Biologie in der Nanowelt aufeinander treffen, muss das Ergebnis nicht gleich ein Mini-U-Boot sein, das sich im Körperinneren auf eine „phantastische Reise“ begibt. Vorerst ist es allenfalls in Science-Fiction-Filmen oder Fotomontagen in Blutgefäßen unterwegs, um Gerinnsel oder Tumorzellen zu bekämpfen (SZ, 17.10.2000). Doch das Experimentieren mit technischen und biologischen Bausteinen im Zwergenmaßstab („Nano“ griech: Zwerg), also im Größenbereich zwischen einem Milliardstel und einem Millionstel Meter, hat begonnen. Elektronik, Produktionstechnik und medizinische Diagnostik könnten davon profitieren, hofft das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Mit insgesamt 100 Millionen Mark will es diese Forschung bis zum Jahr 2006 fördern.

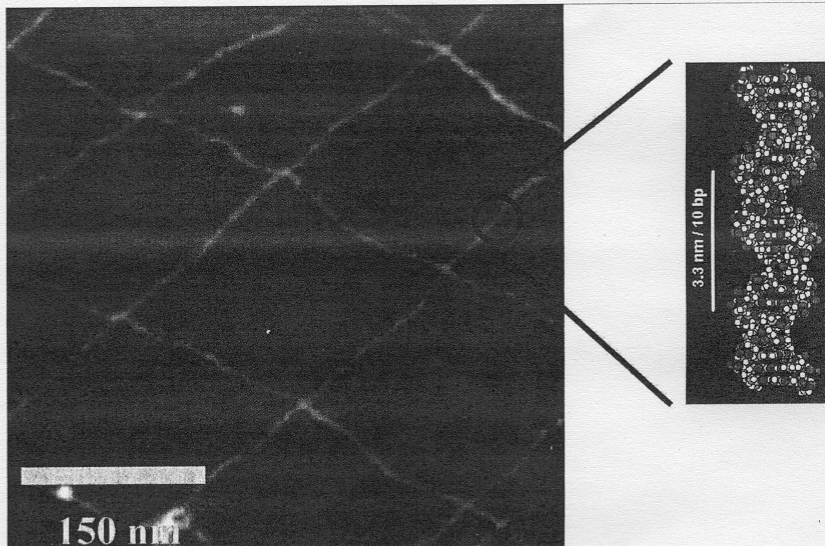
Winzige Erfindungen der Natur sollen hier technisch nutzbar gemacht werden: Moleküle, die die Bewegung der Muskulatur bewirken oder Chromosomen bei der Zellteilung an den richtigen Platz befördern, könnten auch als Motoren in Miniaturmotoren arbeiten. Nukleinsäure-Stränge sollen nicht nur Informationen speichern, sondern künftig auch als Gerüst für aller kleinste technische Anlagen dienen. Moleküle, die Licht oder Bewegung in elektrische Energie umwandeln oder spezifisch auf die Bindung eines einzelnen Moleküls reagieren, sind ebenfalls im Baukasten des Lebens zu finden.

„Nanobiotechnologie ist eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts“, sagte der Staatssekretär Wolf-Michael Catenhusen bei der Präsentation des BMBF-Programms. Auch die Unternehmensberatung Ernst & Young bescheinigt der Forschung im europäischen „Life Sciences Report“ ein „erhebliches wirtschaftliches, medizinisches und technologisches Potenzial“. Ezio Andretta von der EU-Kommission sprach im vergangenen Jahr gar von der „dritten industriellen Revolution“. Das BMBF hat daher nach 21 bereits im Juni ausgewählten Projekten in diesem Herbst weiteren sieben die Förderung bewilligt.

Tagung für Forscher und Anwalt

Nicht immer ist es einfach zu erfahren, was die Geförderten mit den öffentlichen Mitteln anfangen wollen. So lässt das *Fraunhofer-Institut für Umwelchemie und Ökotoxikologie* in Aachen wissen, seine Arbeiten an einem Protein-Nanochip seien noch „ganz geheim“. Auch über den „molekularen Absperrhahn“, der am Institut für Botanik der Universität Gießen erforscht wird, gibt es kaum Informationen. Das Molekül, das bei manchen Hülsenfrüchten Gefäße blockiert, sobald es mit Kalzium in Kontakt kommt, könnte auch in technischen Systemen kleinste Leitungen versperren. Genaueres möchten die Forscher erst sagen, wenn ihre Ergebnisse patentiert sind.

Auch auf der Tagung „Nano-Biotec“, die in diesem Herbst in Münster stattfand, wurde deutlich, wie eng Wirtschaft



Aus dem Erbmolekül DNS haben Forscher an der Universität des Saarlands ein Netz geknüpft. Etwa 200 Milliardstel Meter weit sind die Maschen, jedes Teilstück besteht aus einigen Hundert Basenpaaren der Doppelhelix-Struktur. In der Nanobiotechnik sollen solche DNS-Fäden und -Netze als Gerüst komplexer Maschinen dienen. Foto: Uwe Hartmann

und Wissenschaft in der Zwergen-Welt miteinander zusammenhängen. Neben Veranstaltungen zur Anwendung der Biomoleküle in Medizin oder Informationstechnik gab es hier Workshops über Standortfaktoren bei der Technologieentwicklung, angeboten von der Boston Consulting Group, oder zu den Perspektiven der Nanobiotechnologie aus Sicht der Finanzfirma WestLB Panmure, die sich auf junge High-Tech-Unternehmen spezialisiert hat. Und zwischen Postern über die Struktur und Funktion einzelner Bio-Moleküle, beschrieb ein Münchner Patentanwalt, wie solche Erkenntnisse gewinnbringend zu nutzen sind.

Die Nanowelt ist technologisch und kommerziell so interessant, weil ihre Elemente eine optimale Größe haben könnten: kleiner als alle Mikro-Bauteile, doch gerade groß genug, um technisch interessante Effekte zu zeigen. „Betrachtet man physikalische Eigenschaften wie die elektrische Leitfähigkeit, den Magnetismus, die mechanische Härte oder auch den Schmelzpunkt, so besitzt ein einzelnes Atom diese Eigenschaften noch nicht“, erläutert der Physiker Uwe Hartmann von der Universität des Saarlands. Ihr charakteristisches Verhalten zeigen viele Bausteine erst bei Größen von einigen Nanometern (Milliardstel Meter).

Bei diesen Dimensionen wird eine neue Stufe der Miniaturisierung erreicht. Kommerziell hergestellte Transistoren auf Silizium-Basis nähern sich der Hun-

dert-Nanometer-Grenze. Ionenkanäle, die in Zellmembranen den Strom geladener Teilchen regulieren, haben dagegen Durchmesser von zwei bis drei Nanometern. Ein solches Molekül kombiniert Robert Blick vom Zentrum für Nanowissenschaft der Universität München mit technisch hergestellten Nanostrukturen: Er spannt ein Stück Zellmembran über das winzige Loch in einer Silizium-Nitrid-Membran. Im Prinzip müsste sich so eine Art Transistor bauen lassen, der durch ein einzelnes Elektron geschaltet wird.

Nebenwirkungen ertasten

Allerdings ist es nicht ganz einfach, sich aus dem Baukasten der Natur zu bedienen. „Das große Problem ist die mangelnde Stabilität der Bio-Moleküle“, sagt einer der vom BMBF geförderten Nanoforscher. Eiweiße sind eben nicht so robust wie Silizium: Während ein herkömmlich gefertigter Transistor fast unbegrenzt hält, überleben isolierte Ionenkanäle im Experiment nur einige Stunden, maximal einen Tag. Auch die Manipulation der winzigen Bauteile ist nicht einfach. Verfahren, die nur ganze Teams von Spezialisten im Labor beherrschen, sind industriell kaum interessant.

Eine leichter zu beschreitende Brücke zur Nanowelt möchte Matthias Langer von der Universitätsklinik Tübingen schlagen. Sein Ziel: „Moleküle zum Anfassen“. Er arbeitet mit Bestandteilen

der Haarzellen des Innenohrs. Diese wandeln Schallwellen in ein elektrisches Signal um; eine zweite Klasse von Eiweißen verformt sich bei elektrischer Reizung mechanisch. Langer will nun diese Vorgänge im wörtlichen Sinne greifbar machen. „Man kann sich das als eine Art Joystick vorstellen“, erläutert der Physiker. Der mechanische Reiz wird mit einem winzigen Siliziumbalken auf das Eiweiß ausgeübt. Dabei verbiegt er sich, die Verformung wird mit einem Laserstrahl gemessen und auf den „Joystick“ übertragen. „Damit lässt sich die Elastizität der Moleküle mit den Fingerspitzen fühlen“, versichert Langer.

Anwendungsbereiche sieht Langer eierseits in der klinischen Forschung. „Bestimmte Antibiotika führen zur Schwerhörigkeit. Man nimmt an, dass sie diese Rezeptormoleküle schädigen. Mit Hilfe unserer Apparatur könnten Medikamente künftig auf solche Nebenwirkungen getestet werden.“ Denn damit ließe sich prüfen, ob Arzneimittel die Eigenschaften der Eiweiße verändern. Andererseits könnte man so auch ein Gerät bauen, um einzelne Moleküle zu manipulieren.

Bis futuristische Nano-Maschinen – etwa das berühmte Mini-U-Boot – vom Stapel laufen, dürfte aber noch viel Zeit vergehen. „Vielleicht haben wir in zehn Jahre die Bausteine für so etwas“, schätzt Langer. „Vorerst aber versuchen wir noch viel beschiedener, die Mechanismen der Moleküle zu verstehen.“