

Klein, aber oho

Autor(en): Christel Möller, Hans-Joachim Güntherodt

Quelle: Basler Stadtbuch

Jahr: 2001

<https://www.baslerstadtbuch.ch/.permalink/stadtbuch/79991043-ac2a-499d-8a91-5c09fe3d6c9e>

Nutzungsbedingungen

Die Online-Plattform www.baslerstadtbuch.ch ist ein Angebot der Christoph Merian Stiftung. Die auf dieser Plattform veröffentlichten Dokumente stehen für nichtkommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung gratis zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrücke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des vorherigen schriftlichen Einverständnisses der Christoph Merian Stiftung.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Online-Plattform [baslerstadtbuch.ch](http://www.baslerstadtbuch.ch) ist ein Service public der Christoph Merian Stiftung.

<http://www.cms-basel.ch>

<https://www.baslerstadtbuch.ch>

Klein, aber oho

Christel Möller
Hans-Joachim Güntherodt

Nanowissenschaften – grosses Potenzial, nicht nur für Basel

In einer Welt, in der alles millionenfach kleiner ist als eine winzige Ameise, in die auch die schärfsten Adleraugen nicht vorstossen können – was gibt es da wohl schon zu entdecken? Für Nanowissenschaftler unendlich viel!

In dieser Welt des unvorstellbar Kleinen, in dieser Welt der Atome und Moleküle, liegt grosses Potenzial für die Zukunft. Erkenntnisse, die heute in den Nanowissenschaften gewonnen werden, können morgen grossen Einfluss ausüben auf die Lebenswissenschaften, auf Nachhaltigkeit und auf neue Informations- und Kommunikationstechnologien. Basel hat sich in den letzten Jahren zu einem international anerkannten Kompetenzzentrum für Nanowissenschaften entwickelt. Physiker, Chemiker, Biologen, Mediziner und Ingenieure arbeiten hier Hand in Hand, um die Nanowelt zu erforschen. Von Basel aus wird auch der im Juni 2001 vom Eidgenössischen Departement des Inneren ausgewählte Nationale Forschungsschwerpunkt «Nanowissenschaften» des Schweizerischen Nationalfonds gesteuert und geleitet.

Vorstoss in Nanowelten

Nanowissenschaftler tauchen im Rahmen ihrer Forschung in die Welt des Nanometers ein. In dieser Welt sind einzelne Atome und Moleküle die Akteure. Die Forscher beobachten diese Grundbausteine jeder Materie, messen, analysieren und manipulieren sie. Sie untersuchen, wie sich einzelne Moleküle zu grösseren Aggregaten zusammensetzen und wie Biomoleküle entstehen und arbeiten. Die Untersuchungsobjekte sind unvorstellbar klein. So hat ein einzelnes Atom nur etwa einen Durchmesser von 0,3 nm. Das ist weniger als ein millionstel Millimeter und somit etwa dreihunderttausend Mal kleiner als der Querschnitt eines menschlichen Haares. In dieser Welt des Kleinen herrschen andere Gesetze als in der uns bekannten Makrowelt. Innerhalb der Nanowissenschaften werden diese erforscht und angewendet.

Die Fragestellungen, die hinter der grundlagenwissenschaftlichen Forschung stecken, sind oft recht unterschiedlich. Sie reichen vom Verständnis über die Arbeitsweise einzelner Zellbestandteile wie Proteine über molekulare Bauelemente und Maschinen, molekulare Elektronik, neue Nanomaterialien mit bisher unbekanntem Eigenschaften bis hin zu Quantencomputern. Gemeinsam ist allen Bereichen innerhalb der Nanowissenschaften, dass die Grenzen zwischen den klassischen Disziplinen Physik, Biologie und Chemie im Nanometerbereich verschwinden und nur interdisziplinär arbeitende Teams eine Chance haben, die Grundlagen und Gesetze der Nanowelt zu erforschen.

Vorbild für Nanowissenschaftler ist in vielen Fällen die Natur, denn sie ist das beste Beispiel eines gut funktionierenden Systems auf der Nanometerskala. In unseren Körperzellen funktioniert beispielsweise die Datenspeicherung und -weitergabe mit Hilfe weniger Moleküle, und natürliche Nanomaschinen liefern auf effiziente Weise Energie oder regeln Transportvorgänge. So

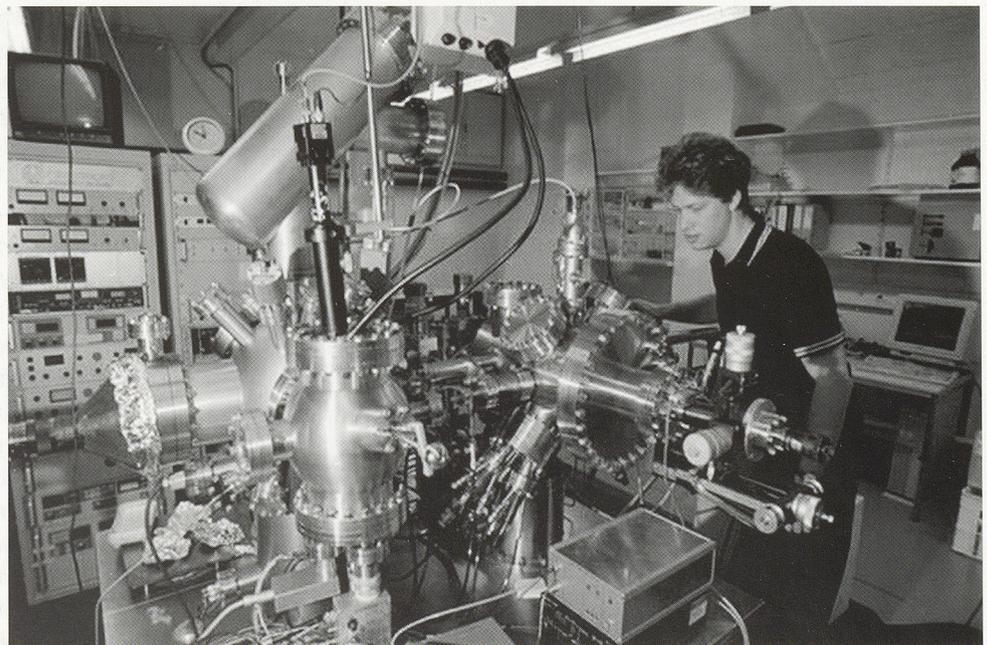
sind für einige Wissenschaftler in Basel beispielsweise Kernporenkomplexe ein Untersuchungsobjekt. Durch diese Poren in der Kernmembran wird der Transport zwischen dem Zellkern einer Zelle und dem umgebenden Zytoplasma geregelt. Wenn es gelingt zu verstehen, wie diese Kernporenkomplexe funktionieren, können auf diesen Erkenntnissen aufbauend neue Nanomaschinen konstruiert werden, die Transportfunktionen übernehmen. Ganz generell gilt es, den Aufbau und die Arbeitsweise von natürlichen Nanomaschinen zu verstehen und sie zu simulieren. Es eröffnen sich damit neue Möglichkeiten, um bestehende Werkzeuge und Maschinen weiter zu verkleinern, zu beschleunigen und effizienter zu machen.

Fortschritt dank neuer Mikroskope und Materialien

Die Entwicklung neuer Mikroskope (Rastersondenmikroskope) hat zusammen mit neuen Materialien (Kohlenstoff-Fussballmoleküle und Kohlenstoff-Nanoröhren) den Grundstein zur Entwicklung der

Nanowissenschaften gelegt. Denn erst durch die Anwendung dieser Rastersondenmikroskope wurde es möglich, einzelne Atome darzustellen. Dies geschieht, indem eine feine Messsonde oder ein Sensor eine Oberfläche genau abtastet (abrastert) und damit ein Abbild der Oberflächentopografie erzeugt. Neben ihrer hohen Auflösung bieten Rastersondenmikroskope den Vorteil, dass sie ohne wesentliche Probenvorbereitung auskommen und damit auch Biomoleküle in ihrer natürlichen wässrigen Umgebung untersucht werden können. Dies erlaubt beispielsweise zu analysieren, wie Eiweiße innerhalb einer intakten Zelle ihre Funktion als Enzyme ausüben. Rastersondenmikroskope lassen sich zudem als Werkzeuge zur Modifikation von Oberflächen und zur Manipulation von Atomen einsetzen. Zudem können empfindlichste Sensoren entwickelt werden, die beispielsweise chemische Bindungskräfte, Masse, Wärme oder mechanische Spannungen in sehr kleinen Quantitäten messen können.

Hochmodernes Rasterkraftmikroskop am Institut für Physik der Universität Basel.



Kompetenzzentrum in Basel

Das erste Rastersondenmikroskop in Form eines Tunnelmikroskops wurde Anfang der 80er-Jahre im Forschungslaboratorium der IBM in Rüschlikon bei Zürich gebaut. Das Institut für Physik an der Universität Basel konnte in den vergangenen Jahrzehnten entscheidend zu dessen Weiterentwicklung und damit zum wissenschaftlichen Fortschritt in den Nanowissenschaften beitragen. Die besondere Stellung der Universität Basel im Bereich der Nanowissenschaften wurde kürzlich auch vom Eidgenössischen Departement des Inneren gewürdigt, indem Basel als «Leading House» des Nationalen Forschungsschwerpunktes (NFS) «Nanowissenschaften» ausgewählt wurde.

Von Basel aus wird ein Netzwerk von Wissenschaftlern aus acht weiteren Forschungsinstitutionen (ETH Zürich, Universität Zürich, Universität Neuchâtel, CSEM Neuchâtel, EPF Lausanne, Fachhochschule beider Basel, Paul Scherrer Institut Villingen und IBM Forschungslaboratorium Rüschlikon) in der Schweiz gesteuert. Innerhalb des NFS konzentriert sich die Forschung auf Impulse, die Nanowissenschaften für Lebenswissenschaften, Nachhaltigkeit, Informations- und Kommunikationstechnologien geben könnten. In zehn verschiedenen Projekten widmen sich Wissenschaftler den Hauptthemen Lebenswissenschaften, Molekulare Maschinen und Nanoroboter, Quantencomputer und Quantenkommunikation, Nanowissenschaften an den Grenzen heutiger Herstellungsverfahren, Manipulation und Messung sowie neue Nanomaterialien. In allen Projekten wird die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Wissenschaftler gross geschrieben, denn die Grundlagen zum Verständnis der Nanowelt sind universell. Nur Teams besetzt mit Wissenschaftlern aus verschiedenen klassischen Disziplinen haben gute Chancen, innovative Forschung zu betreiben, die später auch Möglichkeiten zur Anwendung bietet.

Anwendungen in Medizin und Biologie

In der Biologie und Medizin liefern die Nanowissenschaften neue Möglichkeiten, Lebensvorgänge und die Entwicklung von Krankheiten besser ver-

stehen zu lernen. So lassen sich mit Rastersondenmikroskopen erstmals Biomoleküle und Nanomaschinen in intakten lebenden Zellen untersuchen. Auch Krankheiten beginnen irgendwann in einzelnen Zellen oder auf molekularem Niveau. Liessen sich diese ersten Veränderungen bereits diagnostizieren, könnten Krankheiten in einem viel früheren Stadium erkannt werden und Therapien liessen sich besser überwachen. Es ist durchaus denkbar, dass beispielsweise eine beginnende Arteriosklerose bereits anhand erster Entzündungsprozesse und einzelner Ablagerungen erkannt werden könnte. Operative Eingriffe mit Nanowerkzeugen, die auf Einzelzellen gerichtet sind, könnten die Ursachen bereits sehr früh beheben. Die Belastung für den Patienten wären damit sehr viel geringer als bei den heute notwendigen grossen Operationen. Ebenso liessen sich Kosten dadurch drastisch reduzieren.

Neue Werkzeuge und Materialien

Derartige Forschung ist abhängig von der Entwicklung neuer Instrumente, mit denen im Nanometerbereich gearbeitet werden kann. Im Idealfall sollen derartige Nanowerkzeuge mit verschiedenen Funktionen ausgestattet und an unterschiedlichen Orten einsetzbar sein. Zunächst stehen bei den Forschungen gesteuerte Systeme im Vordergrund, denkbar sind jedoch auch autonome Werkzeuge. Teilweise sind es auch vollkommen neue Nanomaterialien, die hier zum Einsatz kommen. Zum Beispiel eignen sich die erstmals 1991 erzeugten Kohlenstoff-Nanoröhren unter anderem als feine Spitze in der Rastersondenmikroskopie.

Kohlenstoff-Nanoröhren könnten ebenso in der Elektronik Anwendung finden. Hier wird versucht, einzelne Moleküle und Atome als Ausgangsmaterial für elektronische Schaltelemente zu verwenden und daraus komplexere Strukturen aufzubauen. Dieser Ansatz vom Kleinen ins Grosse zu gehen vermeidet einige der Probleme, die mit weiter fortschreitender Miniaturisierung verbunden sind. Nicht nur derartig «künstliche» Materialien werden im Augenblick als mögliche Schaltelemente erforscht. Im Rahmen des NFS ist auch die Erb-

substanz aller Lebewesen, die DNS, als Untersuchungsobjekt in der molekularen Elektronik gefragt.

Natur als Vorbild

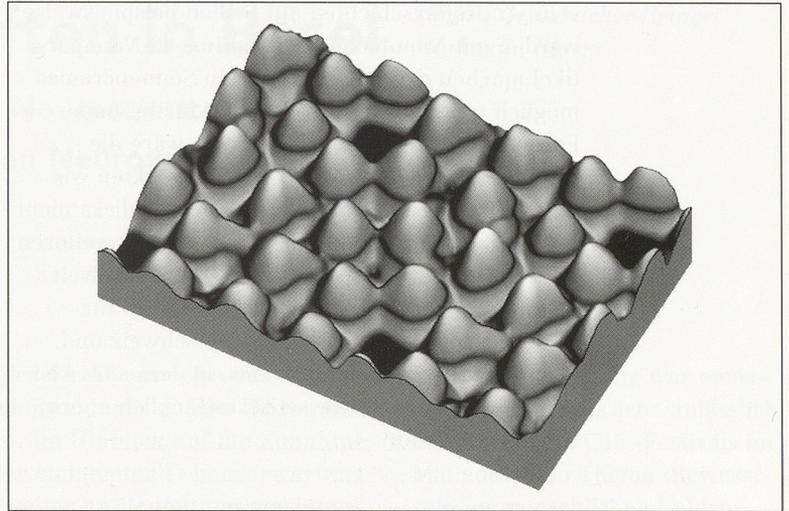
In den Nanowissenschaften taucht immer wieder die Natur als Vorbild auf. Auch bei der Entwicklung von neuartigen Nanomaschinen und Bauelementen versuchen die Wissenschaftler zunächst die natürlichen Nanomaschinen in unseren Zellen zu verstehen. Ein Untersuchungsobjekt sind zum Beispiel Nanomaschinen, die in Bakterien als Motor fungieren und eine Geißel antreiben, die es Bakterien erlaubt, sich zielgerichtet zu bewegen. Basierend auf den Erkenntnissen, die anhand der Untersuchung dieser natürlichen Nanomaschinen gewonnen werden, wird es den Wissenschaftlern in Zukunft möglich sein, neuartige Nanomaschinen und Maschinenelemente aufzubauen und zu testen, die in ganz anderen Bereichen, zum Beispiel als Datenspeicher, zum Einsatz kommen können.

Schneller, kleiner, leistungsfähiger

Neben dem Einsatz von Nanobauelementen als Speichermedien werden die Nanowissenschaften auch weiteren Einfluss auf die Computertechnologie nehmen. Im Zuge immer weiter fortschreitender Miniaturisierung sind Computer immer leistungsfähiger, kleiner und schneller geworden. Doch langsam sind die Grenzen erreicht. Es sind vollkommen neuartige Ansätze gefragt. Die Entwicklung eines Quantencomputers wäre eine Möglichkeit, anstehende Probleme zu lösen.

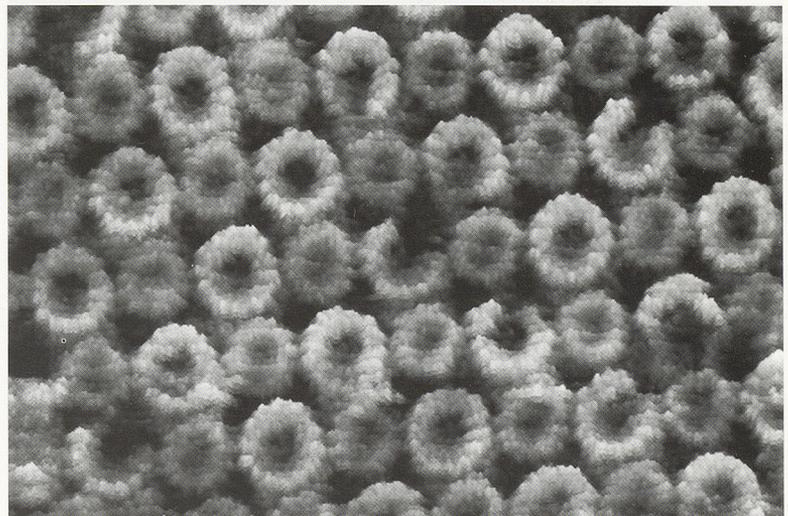
Noch viel zu entdecken

Die genannten Forschungs- und Einsatzbereiche sind nur eine kleine Auswahl dessen, was zurzeit in Basel im Rahmen des Forschungsschwerpunktes Nanowissenschaften erforscht wird. Mit zunehmendem Verständnis der Grundlagen und Gesetzmäßigkeiten der Nanowelt werden Anwendungen und Technologien entwickelt werden, die in viele Bereiche unseres Lebens vordringen. Schon heute profitieren wir von den Errungenschaften der Nanotechnologie, ohne uns dessen wirklich bewusst zu



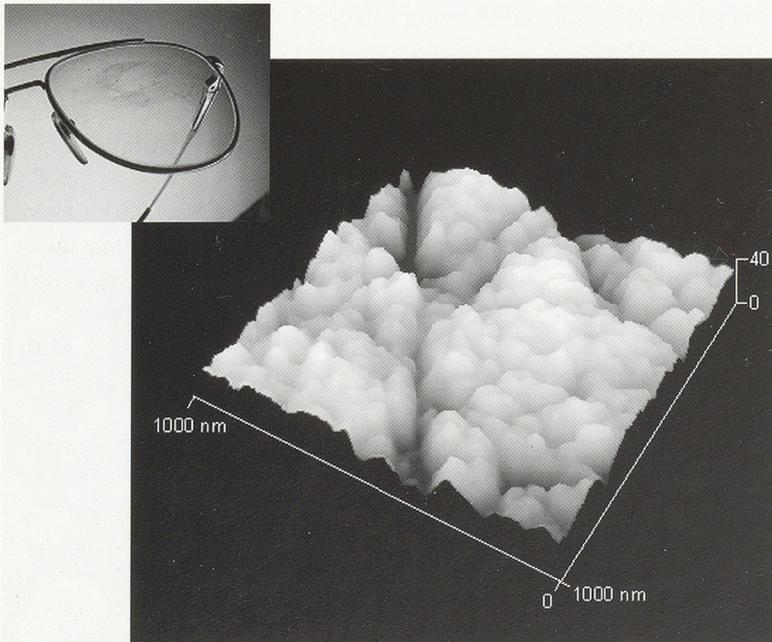
Silizium-Atome, abgebildet mit einem Rasterkraftmikroskop.

Die Natur als Vorbild. Nanoturbinen als Energielieferanten der Zelle.



sein. Antireflexschichten auf Brillen beispielsweise werden mit Nanotechnologie optimiert, Nanopartikel machen den Sonnenschutz in Sonnencremes möglich und sorgen in Autolacken für besondere Farbeffekte. Ohne Nanotechnologie wäre die Qualitätskontrolle von High-Tech-Produkten wie integrierten Schaltkreisen oder Compactdiscs nicht denkbar. Die Zukunft wird zeigen, welche weiteren Neuerungen aus dem Verständnis der Nanowelt resultieren werden. Auf jeden Fall gibt es für Nanowissenschaftler in Basel, der Schweiz und weltweit in diesem Nanokosmos, in dem alles kleiner als die kleinste Ameise ist, tatsächlich enorm viel zu entdecken!

Schon heute wird Nanotechnologie in der Qualitätskontrolle eingesetzt, hier zur Analyse von beschichteten Brillengläsern.



Projekte und Projektleiter innerhalb des Nationalen Forschungsschwerpunktes «Nanowissenschaften»

Nanotechnologie in der Medizin

Prof. Dr. Ueli Aebi, Universität Basel

Nanowerkzeuge

Prof. Dr. Nico de Rooij, Universität Neuchâtel

Nanotechnologie für Zell- und Molekularbiologie

Prof. Dr. Andreas Engel, Universität Basel

Quantencomputer und Quanteninformation

Prof. Dr. Klaus Ensslin, ETH Zürich

Nanomaterialien und selbstorganisiertes Wachstum

Prof. Dr. Laszlo Forro, EPF Lausanne

Nanochemie

Prof. Dr. Bernd Giese, Universität Basel

Molekulare Maschinen und Bauelemente

Dr. Christoph Gerber, IBM/Universität Basel

Spin-Elektronik, Quantencomputing und Quantenkommunikation

Prof. Dr. Daniel Loss, Universität Basel

An den Grenzen des Messens

Prof. Dr. Ernst Meyer, Universität Basel

Molekulare Elektronik

Prof. Dr. Christian Schönenberger, Universität Basel
