

Helbling – Abendseminar

5. Oktober 2006

Nanoprodukte – heute und morgen

H.-J. Güntherodt

**Nationaler Forschungsschwerpunkt (NFS)
Nanowissenschaften und Institut für Physik der Universität Basel, 4056 Basel**

Der Vortrag kann auf dem INTERNET heruntergeladen werden:

<http://download.nccr-nano.org/Helbling>

Username und Passwort: Helbling

Als Handout liegt eine einfache Einführung bei:

Einblick in die Nanowelt

www.nccr-nano.org

Der Apple iPod nano, selbstreinigende Textilien, Papier für Inkjet-Drucker, Prägewerkzeuge für CDs und DVDs usw. sind Beispiele von schon heute existierenden NANO-Produkten; bis auf das erste Beispiel auch alle Produkte aus der Schweiz.

Um die Produkte von morgen zu erahnen, wird ein Einblick in die NANOWELT gegeben. Die dazu nötigen Mikroskope wurden in der Schweiz entwickelt. Die NANOWELT ist eine Fundgrube für weitere Anwendungen und Produkte, für die wir uns von der Natur inspirieren lassen. Die neuen Effekte, Eigenschaften und Prozesse im Bereich des NANOMETERS werden übersichtlich zusammengefasst

Es soll Ihnen ein Einblick in die Welt des Nanometers vermittelt werden. Dorthin gelangen wir, indem wir den uns gut vertrauten Millimeter auf einem Massstab eine Million mal unterteilen. Das ist für uns eine ungewohnte Welt, von der sich der Laie nur durch entsprechende Vergrößerungen in unsere alltäglichen Dimensionen oder durch Verkleinerungen aus unserer Welt in die Nanowelt eine Ahnung verschaffen kann. Die Vergrößerung eines Atoms aus der Nanowelt auf einen Apfel aus unserer uns täglich vertrauten Welt entspricht etwa der Vergrößerung des Apfels auf die Weltkugel.

Die Nanowelt ist die Welt der einzelnen Atome und Moleküle, in der die traditionellen naturwissenschaftlichen Disziplinen Physik, Chemie und Biologie (einschliesslich der molekularen Medizin) verschmelzen. Dort treten NEUE und VERBLÜFFENDE Eigenschaften und Prozesse auf, die Potenzial für neue und vielfältige Anwendungen bieten. Durch die industrielle Nutzung wird sich das Gebiet der Nanotechnologie entwickeln.

Der Fortschritt der Nanowissenschaften wurde ganz entscheidend durch NEUE Mikroskope (Rastersonden-Mikroskope), Werkzeuge (diese Mikroskope können auch aktiv zum Modifizieren und Manipulieren eingesetzt werden), Sensoren (Federbalken-Anordnungen) und Materialien (neue Kohlenstoff-Verbindungen in der Form des Fussballmoleküls von 60 Kohlenstoff-Atomen mit einem Durchmesser von einem Nanometer oder von Kohlenstoff-Nanoröhrchen) geprägt. Mit diesen neuen Mikroskopen kann man besser als bisher vergrössern; eine für uns glatte Brillenglas-Oberfläche erscheint wie ein Alpenpanorama. Arthrose im Kniegelenk kann viel früher als bisher erkannt werden, da gesunder und krankhafter Knorpel charakteristische Unterschiede mit dem neuen Rasterkraftmikroskop zeigt. Atome und Moleküle können beobachtet und die Nanowelt erst richtig erschlossen werden. Mit den neuen nanomechanischen Sensoren kann viel empfindlicher gemessen werden. Heute wird durch Nanomechanik eine Präzision und Empfindlichkeit erreicht, wie sie nur die Natur kennt. Daher lassen sich Prozesse wie z.B. molekulare Erkennung in Biologie und Medizin im Labor nachvollziehen, und daraus kann gelernt werden. Gegenwärtig werden neue Sensoren für Genomics oder Proteomics

entwickelt. Die Krönung der sich entwickelnden Nanomechanik ist die mechanische Datenspeicherung von IBM im TERABIT-Bereich mit 1000 parallelen kleinen Federbalken auf einem Chip, die Löcher von 20 Nanometer in einen Polymerfilm stanzen, ganz ähnlich den von früher bekannten Lochkarten, aber viel kleiner. Die Natur arbeitet parallel, unsere Hard Disk eben nicht.

Die ungewöhnlichen Eigenschaften der neuen Kohlenstoff-Materialien wie hohe Reissfestigkeit, selektive und hohe elektrische Leitfähigkeit und hohe Elektronen-Emission bei geringer angelegter elektrischer Spannung führen zu neuen Anwendungen wie mechanischer Verstärkung, neuen Transistoren, flachen Bildschirmen, neuen Licht- und Röntgenquellen.

Man erinnere sich, neue Mikroskope und neue Materialien haben auch in der Vergangenheit immer zu neuen industriellen Anwendungen geführt. Beispiele, dass reine Grundlagenforschung sich in neue Technologien entwickelt hat, gibt es genug. Hier sei nur an die Ablösung der Elektronenröhre durch den Transistor bis hin zu elektronischen Chips, Laptops, Natels, Internet etc. erinnert. Ein anderes eindruckliches Beispiel ist der Laser, der unsere traditionellen Lichtquellen in den vielfältigsten Anwendungsbereichen ergänzt.

Es gibt weitere Triebfedern für die Nanowissenschaften. Da ist zunächst die MINIATURISIERUNG. Diese haben wir in der Mikroelektronik top-down erlebt, also vom Millimeter über den Mikrometer bis zu einigen hundert Nanometern. Ein solcher Prozess stösst an natürliche physikalische Grenzen. Daher wird viel Hoffnung in den bottom-up Ansatz gesetzt, aus „Selbstorganisation“ von kleineren Einheiten (Atomen oder Molekülen) zu grösseren Gebilden im Bereich einiger hundert Nanometer oder sogar noch grösser zu kommen.

Es hat sich auch die Erkenntnis durchgesetzt, dass die NATUR das beste Beispiel bezüglich Nanowissenschaften und Nanotechnologie ist. Die dort verwendeten Materialien, der Energieverbrauch, ja sogar die Datenverarbeitung sind vorbildlich optimiert. Bezüglich Nachhaltigkeit gilt es, die Natur nachzuahmen.

Ein weiterer Schritt vorwärts wird vollzogen, indem auch der Spin des Atoms miteinbezogen wird. Die Physiker versuchen diesen in der Spintronics und beim neuen Quantencomputer einzusetzen.

Selbstverständlich ist das Gebiet der Nanowissenschaften und die sich daraus entwickelnde Nanotechnologie so umfassend, dass es nicht in 1 Stunde dargestellt werden kann. Ich habe daher versucht, Sie vor allem in neuere Gedanken und die Stärken der Schweiz einzuführen. Das wären revolutionäre Veränderungen; es wird aber auch nur evolutionäre Entwicklungen geben, wo ein heutiges Produkt mit geringer Modifikation zum Nano-Produkt wird. Es gibt im Bereich der Chemischen Industrie schon einen auch in der Vergangenheit gut etablierten Industriezweig von Pulvern, Nanoteilchen, Kolloiden usw. der heute dem Gesamtgebiet der Nanotechnologie zugerechnet wird.

Wie steht es mit den wirtschaftlichen Aspekten? Ob man nun NANO gerne hat oder nicht, die industrielle Entwicklung wird kommen, da die verschiedensten naturwissenschaftlichen und technischen Grenzen für den Nanobereich sprechen! Die Schweiz ist in der FORSCHUNG gut positioniert, aber es sollten bei der Umsetzung in die Wirtschaft Fehler der Vergangenheit (bei der Mikroelektronik, elektronischen Uhr, flüssigen Kristallen) vermieden werden. Die Situation beeinflussten positiv zwei Förderinitiativen, das Technologie Orientierte Programm (TOP) NANO 21 und das Center of Excellence, der NFS Nanowissenschaften.

Da die sich entwickelnde Nanotechnologie eine Querschnittsdisziplin ähnlich wie IT ist, haben verschiedene Schweizer Industriezweige schon erstaunliche Aktivitäten.

Im Prinzip lassen wir uns bei Forschung und Anwendungen von der Natur auf dem Nanometer-Masstab inspirieren:

Daher sehe ich nachfolgende Fundgruben für mögliche Anwendungen:

- Rastersonden-Methoden und Nanomechanik

- Einzelne Atome und Moleküle
- Selbstorganisation
- Künstliche Atome als Quantenpunkte
- Nanomaterialien
- Die Natur betreffend optimierte Materialien, Energieverbrauch, Informationstechnologie, Oberflächen, Nachhaltigkeit, Multifunktionalität
- Existierend Bereiche beim Vorstoss in kleinere Dimensionen: Mikroelektronik, Nano-Optik und Medizin