

Nanotechnologie

| | |
|------------------------------------------|----|
| Übersicht | 55 |
| Vorgehen | 55 |
| Lernziele von Kapitel 3 | 55 |
| 3.1 There's plenty of room at the bottom | 56 |
| 3.2 Internet Recherche | 56 |
| Lösungen zu den Aufgaben | 59 |

Übersicht

In diesem Kapitel beschäftigen wir uns mit Anwendungen des Raster-Mikroskops. Die Rastermikroskopie war der erste Schritt in eine neue faszinierende Welt – die Nanotechnologie.

Sicherlich haben Sie das Wort „Nanotechnologie“ schon irgendwo gelesen oder gehört. Leider gibt es keine kurze Definition für Nanotechnologie. Je nachdem, wen Sie fragen, erhalten Sie unterschiedliche Antworten. Damit ist auch schon etwas wesentliches gesagt. Nanotechnologie ist vielseitig. Im folgenden Kapitel werden Sie einige Facetten dieser Vielseitigkeit kennen lernen und je nach eigenem Interesse vertiefen.

Dieses Kapitel ist kurz. Im ersten Teil lernen Sie eine visionäre Rede aus dem Jahre 1959 kennen und im zweiten Teil werden Sie aufgefordert selber nach Anwendungen der Nanotechnologie im Internet zu suchen.

Vorgehen

Zuerst machen Sie sich mit den Lernzielen vertraut. Danach bearbeiten Sie den ersten Abschnitt. Im Zweiten Abschnitt werden Sie aufgefordert eine Internet Recherche zu erstellen. Die „Lösungen“ zu den gestellten Aufgaben können natürlich nicht komplett sein.

Wir sind gespannt was Sie alles finden werden.

Lernziele von Kapitel 3

- Sie sind in der Lage, den Begriff „Nanotechnologie“ ihrem Musiklehrer zu erklären.
- Sie kennen mindestens zwei technische Anwendungen der Nanotechnologie.

3.1 There's plenty of room at the bottom

Mit diesem Titel "There's plenty of room at the bottom" hat einer der berühmtesten Physiker des letzten Jahrhunderts Richard Feynman im Jahre 1959 eine visionäre Rede gehalten. Den Originaltext findet man unter: <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>.

Wörtlich übersetzt heisst der Titel: Es gibt sehr viel Platz am unteren Ende.

Mit „unterem Ende“ meinte Feynman die Längenskala. Es geht um kleine Dinge, um wirklich kleine Dinge. Kann man die 24 Bände der Encyclopedia Britannica auf eine Stecknadelkopf schreiben? Dazu müsste man die Seiten der Encyclopedia Britannica um das 25000-fache verkleinern. Wenn wir einen Punkt dieser Textes um das 25000-fache verkleinern so erhalten wir einen Punkt der immer noch aus 1000 Atomen besteht.

Nach allem was Sie in den vorangegangenen Kapiteln gelernt haben, ist das in der heutigen Zeit kein Problem mehr.

Aber 1959? Feynman war überzeugt, dass dies möglich sein sollte, weil kein bis dahin bekanntes physikalisches Gesetz dagegen sprach. Er war sogar überzeugt davon, dass man in nicht allzu ferner Zukunft einzelne Atome gezielt positionieren kann.

„... But I am not afraid to consider the final question as to whether, ultimately—in the great future—we can arrange the atoms the way we want; the very *atoms*, all the way down! ...”

Wie wir heute wissen, hat er recht behalten.

Am Schluss der Rede stiftete Feynman zwei Preise. Jeweils 1000 US\$ für den, der es fertig bringt, eine Buchseite um das 25000-fache zu verkleinern und für den, der einen Motor baut, der nur 0.256 cm^3 gross ist.



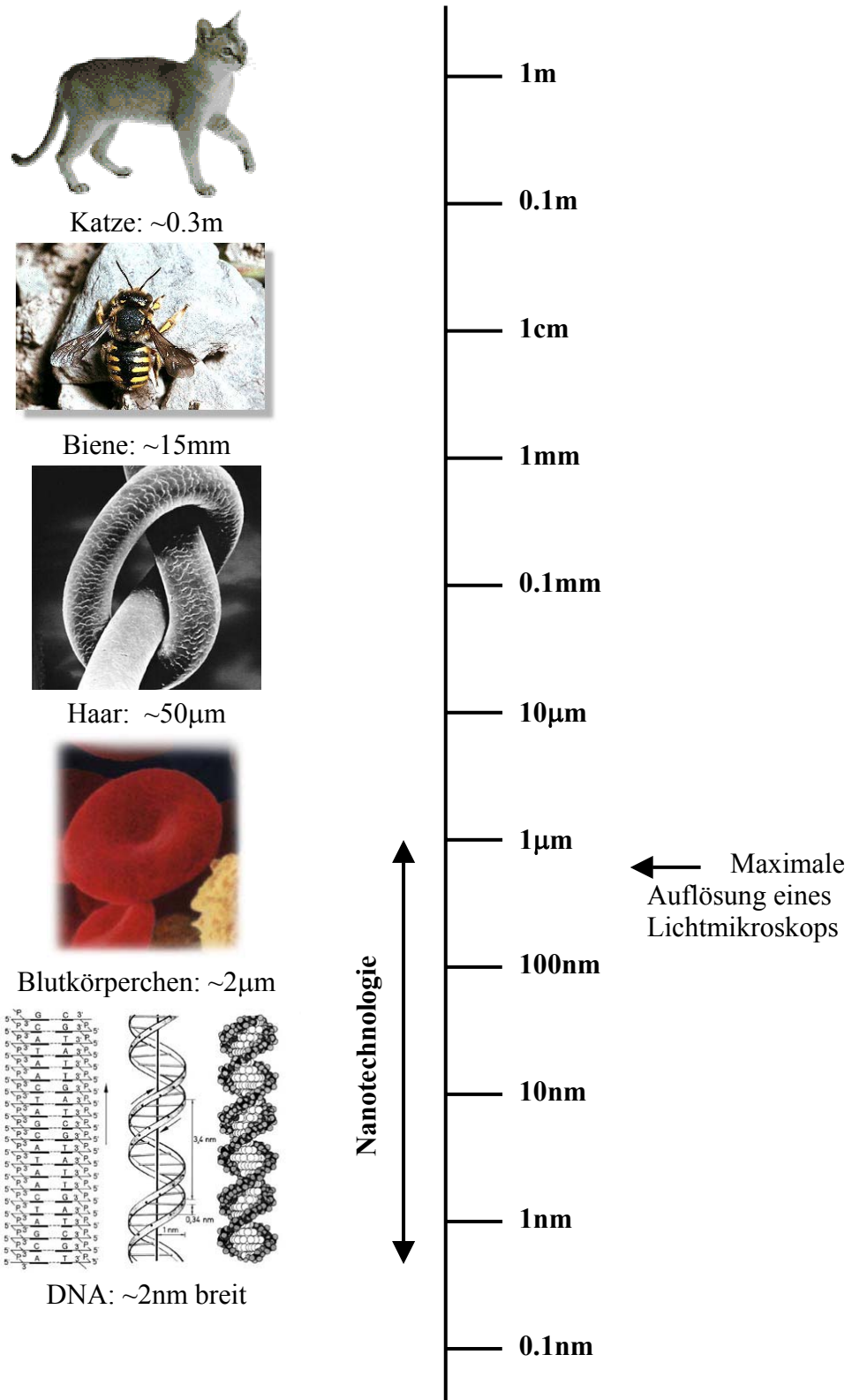
Aufgabe 3.1: Feynman Preise

- Suchen Sie im Internet, ob die beiden „Feynman-Preise“ schon vergeben wurden.
- Die neueste Datenspeicher-Entwicklung von IBM heisst „Millipede“. Sammeln Sie Informationen über diese Entwicklung im Internet. Wie gross wäre ein Millipede das die Informationen aller relevanten Bücher dieser Welt (nach Feynman 24 Millionen Bücher $\sim 10^{15}$ bits), speichert? Wäre damit der Anspruch auf den ersten Preis von Feynman erfüllt?

3.2 Internet Recherche

Was verbirgt sich nun alles hinter dem Begriff „Nanotechnologie“?

Nano ist griechisch und bedeutet Zwerg. Wir beschäftigen uns also mit Zwergen-Technologie. Allerdings sind das sehr kleine Zwerge. Nano wird auch als Vorsatz bei Einheiten verwendet und steht hier für 10^{-9} . Alles was sich mit der Herstellung und/oder Charakterisierung von Objekten beschäftigt, die hundert bis einige 10^{-9} m (Nanometer) gross (bzw. klein) sind, kann man so als Nanotechnologie bezeichnen. Einen guten Überblick was das bedeutet und wie diese Masseinheit einzuordnen ist, gibt Figur 3.1.



Figur 3.1: Längenskala mit Beispielen aus der Biologie

Wo aber wird die Nanotechnologie eingesetzt und wie klein sind die entwickelten Dinge wirklich?

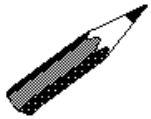


Aufgabe 3.2: Internetrecherche Nanotechnologie

a) Suchen Sie drei Anwendungen der Nanotechnologie und beschreiben Sie sie in wenigen Sätzen. Als Ausgangspunkt können entweder die Suchmaschine <http://www.google.ch> dienen oder die Webseite <http://www.nanoscience.ch/> (Achtung Englisch!)

b) Was wird alles möglich sein? Welchen ethischen Fragen sind Sie bei ihrer Recherche begegnet?

Zum Abschluss kommen wir noch mal auf das Rastermikroskop zurück. Es war sozusagen der Wegbereiter in die Nanotechnologie.



Aufgabe 3.3: Anwendungen Rastermikroskop

a) Finden Sie zwei bis drei Bereiche, in denen das Raster-Tunnelmikroskop oder das Raster-Kraftmikroskop eingesetzt wird bzw. damit geforscht wird. Suchen Sie dafür auf dem Internet (evtl. auch auf Englisch: Scanning Tunneling Microscope, STM bzw. Atomic Force Microscope, AFM), in den “Physikalischen Blättern” oder im “Spektrum der Wissenschaft”. Beschreiben Sie jede Anwendung in wenigen Sätzen.

b) Welche zusätzlichen “Hilfsmittel” werden in diesen Anwendungen benötigt?

Lösungen zu den Aufgaben

Aufgabe 3.1:

- a) Unter <http://www.seas.upenn.edu/~triangle/mems.html> findet man einen Artikel, der den Preisträger des zweiten Preises erwähnt. Schon 1960 ist es William McLellan gelungen einen Motor dieser Grösse zu bauen. Den Preisträger des ersten Preises haben wir nicht gefunden. Vielleicht wissen Sie ja mehr. Allerdings gibt es einen jährliche Richard Feynman Preis des Foresight Instituts (<http://www.foresight.org/>) für Fortschritte in der Nanotechnologie.
- b) Auf der Homepage von IBM findet man eine realisierte Datendichte von 200 Gbit pro inch^2 . Teilt man die 10^{15} bit durch die $2 \cdot 10^{11}$ bit/ inch^2 , so erhalten wir eine Fläche von 5000 inch^2 . Umgerechnet sind das 32,258 m^2 . Nehmen wir 100 Seiten pro Buch so haben wir 2,4 Milliarden Seiten. Bei einer Fläche von 310 cm^2 (DIN A5) pro Seite erhalten wir eine Fläche von $744 \cdot 10^5$ m^2 . Der Verkleinerungsfaktor ist also $744 \cdot 10^5 / 32,258 \sim 2.3$ Milliarden. Der Feynman Preis ist den Forschern von IBM sicher.

Aufgabe 3.2:

- a) Anwendungen
- Beschichtungen mit Lotus Effekt
Durch neuartige Beschichtungen mit Nanopartikeln werden Oberflächen selbstreinigend, wie die Blütenblätter der Lotus-Blume. Kommerziell angeboten werden schon Fenster, die man nicht mehr putzen muss, oder Farben an denen kein Graphit mehr hält.
 - Verbindung Computer-Nerven
Die Verbindung von Nervenzellen mit Halbleiterbausteinen hat verschieden Anwendungsmöglichkeiten. Auf der einen Seite lassen sich so die Rechenleistung künstlich gezüchteter Gehirne mit normalen Computern verbinden. Auf der anderen Seite können menschliche Sinne vielleicht ersetzt oder verbessert werden. Blinden kann man künstliche Augen aus Halbleitern direkt über Nervenzellen mit dem Gehirn verbinden. Aber man kann auch Soldaten mit einem dritten Nachsichtauge „ausstatten“.
 - Quantendot Laser
Durch die Anordnung von aus wenigen Atomen bestehenden sogenannten Quantenpunkten in einem Halbleiterlaser, kann man sehr effiziente Lichtquellen in allen möglichen Farben erzeugen. Diese könnten im Laser-TV für den Heim-Bereich als Lichtquelle eingesetzt werden.
- b) Ethische Fragen treten vor allem bei Biologischen Anwendungen auf wie Mensch-Maschine Verbindungen und bei Eingriffen in die Erbsubstanz. Wenn man wirklich Atome beliebig anordnen kann, so lassen sich auch künstliche DNA-Moleküle herstellen. Durch die hohe Selbstorganisation der biologischen Moleküle, kann man so vielleicht neue Tier- und Pflanzen-Arten erschaffen. Dann wird auch die eierlegende Wollmilchsau kein Problem mehr sein. Aber wird der Mensch diese Entwicklung wirklich beherrschen? Oder entwickeln die neuen Arten eine Eigendynamik, die die Menschheit ausrotten wird?

Aufgabe 3.3:

a) Anwendungen

- Das Rastertunnelmikroskop wird bei der Analyse von chemischen Bindungen verwendet. Durch einen gezielten Stromstoss durch die Spitze kann z.B. die Verbindung des Sauerstoffmoleküls aufgetrennt werden. Die Trennung tritt erst ab einer gewissen Stromstärke auf, die Rückschlüsse auf die Stärke der chemischen Bindung zulässt.
- Die Rasterkraftmikroskopie wird bei biologischen Proben verwendet, da man auch nichtleitende Substanzen untersuchen kann. Es können aber auch elektrische oder magnetische Felder in leitenden Substanzen, bzw an deren Oberflächen, untersucht werden.

b) Hilfsmittel: Vakuumkammern, Laser und Photodioden, Tische mit Schwingungdämpfung