

# Nanophysik auch im Unterricht?

T. Wilhelm

Mit der Nanophysik bzw. Nanotechnologie sind viele Hoffnungen, aber auch viele Befürchtungen verbunden. Gelegentlich wird sogar von einer zweiten industriellen Revolution gesprochen. Klar ist, dass die Nanotechnologien ein immenses Potenzial in Medizin, Industrie, Luftfahrt und Wirtschaft haben. Nicht alles ist eine Vision. Bereits heute gibt es eine boomende Industrie bei chemischen Beschichtungen, z.B. Beschichtungen gegen Rost, für bestimmte optische Eigenschaften oder zur Schmutzabweisung. Auch mikromechanische Systeme, wie Beschleunigungssensoren, sind zu nennen sowie medizinische Anwendungen. So ist es nicht verwunderlich, dass die Industrie und die Politik verschiedene Bildungsinitiativen gestartet haben. Dennoch haben sich bisher keine Unterrichtsvorschläge etabliert.

Aus physikalischer Sicht ist interessant, dass hier Effekte eine wesentliche Rolle einnehmen, die wir in unserer Makrowelt ignorieren können, wie die Unschärferelation, das Pauli-Prinzip oder Van-der-Waals-Kräfte. Physikdidaktisch ist relevant, dass hier Modelle eine wichtige Rolle spielen und Visualisierungen von Messdaten, z.B. der Rastertunnelmikroskopie und der Rasterkraftmikroskopie, interpretiert werden müssen. So kann auch an diesem Thema die Andersartigkeit des Mikrokosmos und der Umgang mit Modellen geschult werden.

Schließlich ist die Nanoscience fächerübergreifend, da neben der Physik auch die Biologie, die Chemie, die Medizin und die Elektronik relevant sind und hier das Fächerübergreifende nicht künstlich, sondern als relevant erlebt werden kann. Im Hinblick auf die Bedeutung der Nanotechnologie ist es Aufgabe der verschiedenen Fächer, zum Allgemeinwissen beizutragen und im Sinne des Aufbaus einer Bewertungskompetenz, Chancen und Risiken zu besprechen.

*Martin Kamp* erklärt zunächst einmal in einem fachlichen Überblick, was man unter Nanostrukturen versteht, dass man durch deren Größe und Form viele Materialeigenschaften beeinflussen kann und wie groß der Weltmarkt für nanotechnologische Produkte bereits ist. Sodann zeigt er Herstellungsverfahren von Nanostrukturen auf und stellt zwei wichtige nanotechnologische Anwendungsbereiche vor: die moderne Halbleitertechnologie und die Beschichtung zur Änderung von Oberflächeneigenschaften.

*Aleksandra Kraynova* und *Michael Komorek* betrachten das Thema aus physikdidaktischer Sicht. Im Rahmen einer Elementarisierung werden acht grundlegende Prinzipien der Nanophysik vorgestellt und drei Leitlinien für einen Unterricht zur Nanophysik dargelegt. Dann wird unter Beachtung dieser Prinzipien und Leitlinien ein ganzes Unterrichtskonzept vorgestellt, in das sich auch die weiteren Vorschläge dieses Heftes einordnen lassen. Schließlich werden Schülervorstellungen zu diesem Thema besprochen, denn Schüler haben durchaus Vorstellungen von den Strukturen in diesem Bereich.

Beim Untersuchen von Nanostrukturen spielen das Rastertunnelmikroskop (Scanning Tunneling Microscope, STM) und das Rasterkraftmikroskop (Atomic Force Microscope, AFM) eine große Rolle. *Manfred Euler* betont, dass die bildhaften Darstellungen keine Fotos sind, sondern Messdaten visualisieren und Merkmale wie Form, Farbe, Schatten und Lichtreflexe nur Produkte der Bildgestaltung sind. Er erklärt die Funktionsweise des Rastertunnelmikroskops und stellt ein akustisches Modell vor, das die Unzulänglichkeit einer naiv-realistischen, stofflichen Interpretation aufzeigt. Darüber hinaus wird aufgezeigt, dass unser Gehör bei der Lokalisation von Schallquellen ähnliche Prinzipien wie die Rastertunnelmikroskopie nutzt und die Haarzellen im Ohr ähnlich einem System von Rasterkraftmikroskopen arbeiten.

*Thomas Claußen* und *Antje Bergmann* erklären das Prinzip eines Rasterkraftmikroskops und stellen insbesondere ein einfaches und für den Schulbetrieb geeignetes Rasterkraftmikroskop vor, das käuflich erwerbbar ist. Schließlich wird aufgezeigt, wie man auch an Schulen, die über kein eigenes Gerät verfügen, die Technologie eines Rasterkraftmikroskops als moderne Anwendung physikalischer Phänomene in den Unterricht der Sekundarstufe II integrieren kann, wofür Arbeitsblätter zur Verfügung stehen.

Die folgenden drei Artikel beschäftigen sich mit speziellen nanophysikalischen Anwendungen. *Fabian Leiß*, *Ralf Detemple*, *Martin Salinga* und *Heidrun Heinke* beschäftigen sich mit Nanoswitches, einem neuen Speichertyp, der geringe Größe und Energieeffizienz bieten soll. Einer der Ansätze zur Realisierung der Nanoswitches basiert auf Phasenwechselmaterialien. Deren Prinzip wird erläutert und eine mögliche Behandlung im Unterricht mit einfachen Analogieexperimenten aufgezeigt.

*Sebastian Reuß* und *Thomas Wilhelm* stellen ein weiteres Material nanotechnologischer Forschung vor: die Ferrofluide. Physikalische Aspekte dieser magnetischen Flüssigkeiten werden beleuchtet und eine Anleitung gegeben, wie man selbst ein solches Fluid herstellen kann. Außerdem wird mit einigen Versuchen gezeigt, wie man Ferrofluide beim Thema Magnetismus im Unterricht einbinden kann.

*Stefan Thalhammer* und *Michael Funke* richten den Blick auf die Nanotechnologie in der Medizin. Insbesondere wird eine Unterrichtseinheit zur Nanomedizin vorgestellt, in der die Funktion eines Schwangerschaftstests sowie in einfachen Experimenten die Synthese und der Nachweis von Gold-Nanopartikeln behandelt werden.

Insgesamt zeigt sich, dass es bereits verschiedenste interessante Ansätze gibt, um Nanophysik in den Physikunterricht zu integrieren. Dazu gehören nicht nur die alten bunten Kirchenfenster.