

### Was passiert bei diesem Experiment?

Für die meisten von uns ist es sehr schwierig eine Vorstellung dafür zu entwickeln, wie sehr sich die Größenordnung der Nanowelt von der Größenordnung unserer alltäglichen makroskopischen Welt (größer als 1 mm) unterscheidet. Das Ziel dieser zwei Experimente ist es, ein Verständnis für die unterschiedlichen Dimensionen zu vermitteln.

Dem bloßen Auge ist es nicht möglich, Objekte zu erkennen, die kleiner als etwa zehn Mikrometer ( $10\ \mu\text{m}$ ) sind. Atome oder Viren sind jedoch weit kleiner. Die gängige Einheit um die Größe derartiger Objekte zu messen ist der Nanometer.  $1\ \text{nm} = 0,000\ 000\ 001\ \text{m}$  oder ein Milliardstel Meter. Obwohl sie so klein sind, ist es der modernen Wissenschaft und Technologie möglich, nanoskalige Objekte zu untersuchen und zu manipulieren.

Spezielle Werkzeuge wie Rastersondenmikroskope werden benötigt, um mit diesen Objekten zu arbeiten. Sie sind in der Lage unterschiedliche Eigenschaften von Nanooberflächen zu untersuchen und die Nanowelt abzubilden. Weitere Informationen zu diesen Mikroskopen finden sich beim Experiment 3 "Magnetische Messsonde".

Auf der Nanoskala weisen viele bekannte Materialien ungewöhnliche physikalische oder chemische Eigenschaften auf. Tatsächlich können Nanoobjekte größenabhängige Eigenschaften besitzen, die auf der mikroskopischen oder makroskopischen Skala so nicht zu erwarten wären. Beispielsweise hängen die Farben von Silber- oder Goldnanopartikeln von der Größe und Form der Partikel ab. Im Mittelalter wurde dieser Effekt bei der Herstellung von Buntglas genutzt. Findige Handwerker verwendeten somit bereits Nanotechnologie ohne jemals von ihr gehört zu haben.

Wenn ein Nanopartikel so groß wie ein Fußball wäre, wäre...



Es gibt zwei Wege Nanoobjekte herzustellen:

- Erstens, die top-down Nanoproduktion, bei der Wissenschaftler größere Objekte mithilfe von Nanowerkzeugen bearbeiten um kleinere Objekte zu erzeugen, vergleichbar mit dem Künstler, der eine Skulptur aus einem Marmorblock heraus arbeitet.
- Zweitens, die bottom-up Nanoproduktion, bei der einzelne Atome aneinandergesetzt werden um größere Strukturen zu erzeugen. Wenn jedoch ein Wassertropfen aus ungefähr  $10^{21}$  Atomen besteht (dies ist eine 1 gefolgt von 21 Nullen!) und ein Wissenschaftler eine Sekunde benötigt um ein einzelnes Atom zu manipulieren, bräuchte er 300 Millionen Jahre, um diesen einzelnen Tropfen herzustellen. Aus diesem Grund erforschen Wissenschaftler Prozesse der Selbstassemblierung, durch die man Strukturen erzeugen kann, ohne jedes einzelne Atom manipulieren zu müssen. Obwohl sie noch nicht ausreichend entwickelt ist, ist diese Methode für die Zukunft der Nanotechnologie sehr vielversprechend.

## Anwendungen

Nanotechnologien können potentiell in vielen verschiedenen Wissenschaftsfeldern angewendet werden. Auf Grundlage dieser Technologien werden für die nahe Zukunft viele wissenschaftliche Entwicklungen erwartet.

- **Gesundheit:** Nanopartikel können als miniaturisierte Diagnoseinstrumente (sogenannte labs on a chip) verwendet werden. Hierdurch könnten Krankheiten früher erkannt und die bestmögliche Behandlung gefunden werden. Nanopartikel könnten auch als Medizin zur Behandlung von unterschiedlichen Krankheiten, beispielsweise Krebs, eingesetzt werden.
- **Umwelt:** Nanopartikel könnten als Filter eingesetzt werden, um verunreinigte Erde oder verschmutztes Wasser zu reinigen. Wissenschaftler entwickeln zudem Nanotechnologien, mit deren Hilfe die Leistung von Solarzellen verbessert werden könnte.
- **Materialwissenschaften:** So genannte Nanotubes aus Kohlenstoff (engl. Carbon) kommen schon heute in Sportarten wie Tennis oder Segeln zum Einsatz. Carbon Nanotubes sind hundertmal stärker und sechsmal leichter als Stahl. Einige Experten gehen sogar davon aus, dass ein Nanotube, dünner als ein Haar, dazu in der Lage sein könnte, einen Lastwagen zu heben. Bisher wurden jedoch keine Nanotubes der Größe produziert, um dies testen zu können.
- **Computerwissenschaften:** Mit Nanoprozessoren könnten wir ein elektronisches Bauteil von der Größe einer Kreditkarte produzieren, das die Funktionen eines Mobiltelefons, eines Videorekorders, einer Kamera, eines GPS Geräts und einer Kreditkarte vereint.



## Anregungen für das Experiment oder die Diskussion

Hier sind einige Zahlen, die mit den Schülern diskutiert werden könnten:

- Ein menschliches Haar ist zwischen 50.000 und 100.000 nm dick.
- Eine rote Blutzelle hat einen Durchmesser von etwa 7.000 nm.
- Ein Bakterium misst in der Regel etwa 1.000 nm.
- Die meisten Viren sind zwischen 10 nm und 250 nm groß.
- Die DNA Doppelhelix ist ungefähr 2 nm breit.
- Der Durchmesser eines Atoms liegt in der Regel zwischen 0,1 und 0,5 nm.

Es ist auch möglich andere Skalen zu diskutieren, die dazu verwendet werden Distanzen zu messen: Kilometer, Millimeter, usw.

## Lehrinhalte

- Verständnis für die Größe eines Nanometers durch den Vergleich mit alltäglichen Messungen, wie die der Körpergröße.
- Einführung in die Welt der Nanowissenschaften.
- Verständnis für die unterschiedlichen Vorsilben bei Maßeinheiten.