

Hvad er nanoteknologi?

Nanoteknologi er af mange udnævnt til at lede den næste "industrielle" revolution. Nytilkommende kan starte her.

Nanoteknologi er en term, man bruger om teknologi og forskning, der opererer på nanoskalaen fra 0,1 til 100 nm. Ikke mindst dækker nanoteknologi over mange forskelligartede teknologier, der benytter og blander discipliner som fysik, kemi, biologi, molekylærbiologi og medicin - vidt forskellige, men med udgangspunkt i det samme: De enkelte atomer og molekyler og stoffernes struktur og sammenspil på nanoskalaen.

Der er altid blevet forsket i at gøre ting mindre og finere, og vi er nu blevet så dygtige til dette, at vi kan lave og manipulere med nanostrukturer og derigennem skabe materialer og konstruere systemer med helt nye egenskaber.

Det er først i disse år, der rigtigt er blevet sat fokus på nanoteknologi, selvom det har været undervejs længe. Det hænger sammen med, at de første produkter begynder at komme på markedet, og metoder og værktøjer er ved at være så udviklede, at de kan leve op til de høje krav, nanoteknologierne stiller.

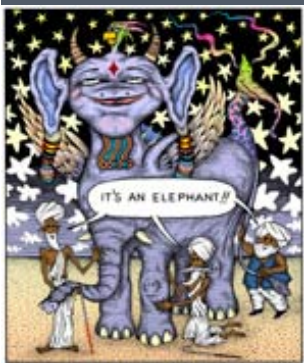
Det betyder, at perspektiverne i teknologierne er begyndt at afsløre sig, og folk tør have visioner om en fremtid, der bygger på nanotech.



Ordet nano kommer af det græske ord nanos, der betyder dværg. Nano refererer således til noget, der er småt. Meget småt. Nano er det samme som 10^{-9} . Det vil sige, at en nanometer (nm) er en milliontedel af en millimeter. Eller sagt på en anden måde, en nanometer er i forhold til millimeter, hvad en millimeter er i forhold til en kilometer.

Det er en størrelse, der svarer til typiske afstande og størrelser i den atomare og molekylære verden.

Så selve ordet nano refererer altså ikke til en eller anden speciel form for videnskab eller teknologi, det refererer ganske enkelt til noget, der er småt. Så småt at man, hvis bogstaverne var 10 nm høje, kunne skrive mange hundrede romaner på et område, der ikke er større end punktummet efter denne sætning.



For at kunne studere og manipulere med nanostrukturerne, er det vigtigt med nogle præcise redskaber, der kan fortælle, hvad der arbejdes med. Som med al eksperimentel teknik gælder det om at analysere de data, redskaberne giver, og er dataerne ikke nøjagtige eller fyldestgørende nok, er risikoen for at misfortolke informationen stor.

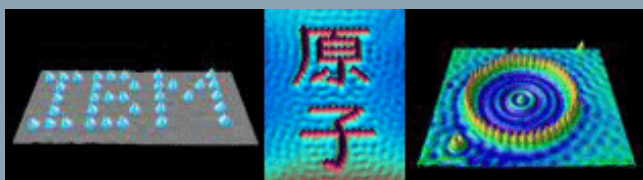
Det er i dag muligt med de såkaldte Skanning Probe Mikroskoper (SPM) at se og flytte rundt på enkelte atomer og molekyler. Målet med nanoteknologi er at blive bedre til dette, så man effektivt kan håndtere atomer og molekyler individuelt og derved blive i stand til at designe og fremstille nye materialer, apparater og systemer med helt nye egenskaber og muligheder. Dvs. at opbygge stof atom for atom, molekyle for molekyle, ligesom man bygger med

Men processen er stadig meget tidskrævende og dyr, og det vil tage milliarder af år at samle noget på størrelse med en ært. Det dur ikke i stor skala og slet ikke til industriel masseproduktion. Husk på at der skal mange milliarder atomer til at opbygge et stof stort nok til, at vores øje overhovedet kan se det. Desuden er processen så kompliceret, at det langt fra er alt, man kan samle på denne måde.

Et stort gennembrud for nanoteknologien var udviklingen af Skanning Tunnel Mikroskopet (STM), der i 1982 blev det første af en lang række af Skanning Probe Mikroskoper (SPM). Disse udgør nogle af de vigtigste redskaber inden for nanoteknologien. STM-mikroskopet blev udviklet af to fysikere ved IBM – en bedrift de i 1986 fik Nobelprisen for. STM-mikroskopet kan forstørre så meget og fint, at det er muligt at se enkelte atomer på en overflade.

I 1990 blev det demonstreret af en anden fysiker fra IBM, hvordan man kan benytte STM'et til at flytte rundt på enkelte atomer. Han flyttede rundt på 35 Xenon-atomer, så der kom til at stå IBM.

Siden har flere gjort ham kunsten efter. På billedet i midten står der "atom" på japansk, og bølgerne i ringen af atomer længst til højre viser elektronernes kvantemekaniske bølgeegenskaber.



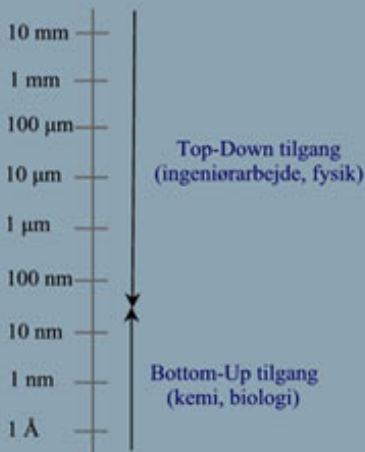
Naturen er det fuldendte eksempel på nanoteknologi der virker! Med specialiserede nanomaskiner, der er programmeret til at udføre specifikke opgaver i organismen, bliver vi til de kolossale mastodonter, vi er set fra nanoskalaen. Avancerede og velfungerende. F.eks. benytter levende celler enzymer - der kan betragtes som små biologiske nanomaskiner - til at producere DNA. Enzymerne binder deoxyribonukleotid-molekyler sammen til den endelige DNA-struktur.



Vi kan håbe på en dag at blive i stand til at efterligne naturen og producere nanomaskiner, der for os kan samle atomer og molekyler på en effektiv måde, sådan som Drexler forestillede sig det (du kan læse mere om Drexler i [denne artikel](#)). Dette ligger dog langt ude i fremtiden, og der er langt til Drexlers drømme om parallelproduktion gennem selvreplikerende nanobotter, der kan samle materialer for os og kurere sygdomme.

Der forskes dog meget i simplere nanomaskiner, hvor man benytter molekylærbiologi til at designe og fremstille f.eks. små nanocontainere, der kan frigive medicin på de steder i kroppen, hvor der er brug for den og dermed mindske bivirkningerne. Det ville have kolossal betydning for f.eks. kræftbehandlingen.

De fleste teknikker indenfor nanoteknologien i dag – dvs. de traditionelle industrielle og de nyudviklede metoder - benytter store værktøjer til at fremstille materialer og strukturer på nanoskalaen – dvs. en Top-Down tilgang. Fremtidens nanoteknologi satser derimod på nye strategier, der laver tingene nedefra og op – de såkaldte Bottom-Up tilgange. Det er tilgange, der dækker over kemisk syntese, molekylær selvorganisering og molekylær fabrikation - effektive og elegante metoder, der udvikles i dag, til at samle et stort antal molekyler på kort tid.



"Today's manufacturing methods are very crude at the molecular level. Casting, grinding, milling and even lithography move atoms in great thundering statistical herds. It's like trying to make things out of LEGO blocks with boxing gloves on your hands. Yes, you can push the LEGO blocks into great heaps and pile them up, but you can't really snap them together the way you'd like."

In the future, nanotechnology will let us take off the boxing gloves."

Ralph Merkle

Nanoteknologi i Danmark

Der er gang i den herhjemme, og Danmark er med, når det drejer sig om forskning og udvikling indenfor nanoteknologi. Der satses på nanoteknologi på alle de større universiteter, og flere større og mindre danske virksomheder markerer sig internationalt.

Regeringen har siden 2003 øremærket 113 mio. kr. til forskning i nanoteknologi, men det skønnes, at der nærmere via forskellige råd er delt omkring 100 mill. ud årligt til nanorelaterede projekter. Således har regeringen i år øremærket 23 mio. til nanoteknologi, men igen skønnes det, at der alt i alt vil blive brugt omkring de 100 mio. på nanoprojekter.

Desuden skal der frem til 2012 indbetales 16 mia. til Højteknologifonden, og afkastet af disse penge skal kanaliseres over i forskning indenfor IT, bio- og nanoteknologi. Den Højteknologiske Forskningsfond giver i år 200 mio. til fordeling indenfor de tre områder.

Styregruppen for Teknologisk fremsyn om nanoteknologi anbefaler, at man koncentrerer den offentlige satsning inden for områderne: nano-medicin og drugdelivery; Biokompatible materialer; nanosensorer og nanofluidik; plastelektronik; nanooptik og nanofotonik; nanokatalyse, brintteknologi; og nanomaterialer med nye funktionelle egenskaber.

Nanoteknologien vil få enorm indflydelse på vores samfund. Perspektiverne er enorme, og visioner er der mange af, men det rejser også nogle vigtige etiske spørgsmål, især inden for bio- og medicinalindustrien.

Stort set alting i vores hverdag vil med tiden blive berørt på den ene eller anden måde. Nogle ændringer vil være små forbedringer af allerede eksisterende produkter, og vi vil ikke umiddelbart mærke til dem. Andre fremskridt inden for teknologien vil derimod naturligt føre til store ændringer i samfundet. Dette kunne f.eks. være overgangen til et samfund, som hovedsageligt benytter brint som energikilde – brint dannet fra vedvarende energikilder.

Nanoteknologi i hverdagen:



Dette billede er Europa Kommissionens bud på områder, der vil blive berørt af nanoteknologi, hentet fra "Nanotechnology - Innovation for tomorrow's world" (engelsk). Se hele den spændende og rigt illustrerede brochure om nanoteknologiske værktøjer, produkter og fremtidsperspektiver.

Selvom de nye teknikker allerede i dag har ført til de første kommercielle produkter, er nanoteknologien stadig kun i startfasen, og vi har endnu kun set en meget lille del af, hvad nanoteknologien kommer til at tilbyde fremover. For at kunne realisere visionerne og mulighederne og føre nanoteknologien til kommerciel anvendelse, er det nødvendig med en omfattende grundviden inden for de systemer, der arbejdes med, og der er behov for metoder til at studere og manipulere med materialerne på nanoniveau. Det er i høj grad her nanoteknologien er i dag. Men vi vil se i stadig større grad at teknologien kommer ud af laboratorierne og ind i vores hjem.

Så hæng på - for nanoteknologien er et fantastisk interessant felt, hvor der kommer til at ske utroligt meget.

Er du blevet nysgerrig efter at se, hvilke perspektiver og konkrete anvendelser nanoteknologien tør love - se artiklen "[Mod en ny verden](#)".

Er der ord der piner dig - se vores interne [ordbog](#) om nanoteknologi.

Andre introduktioner kan findes på:

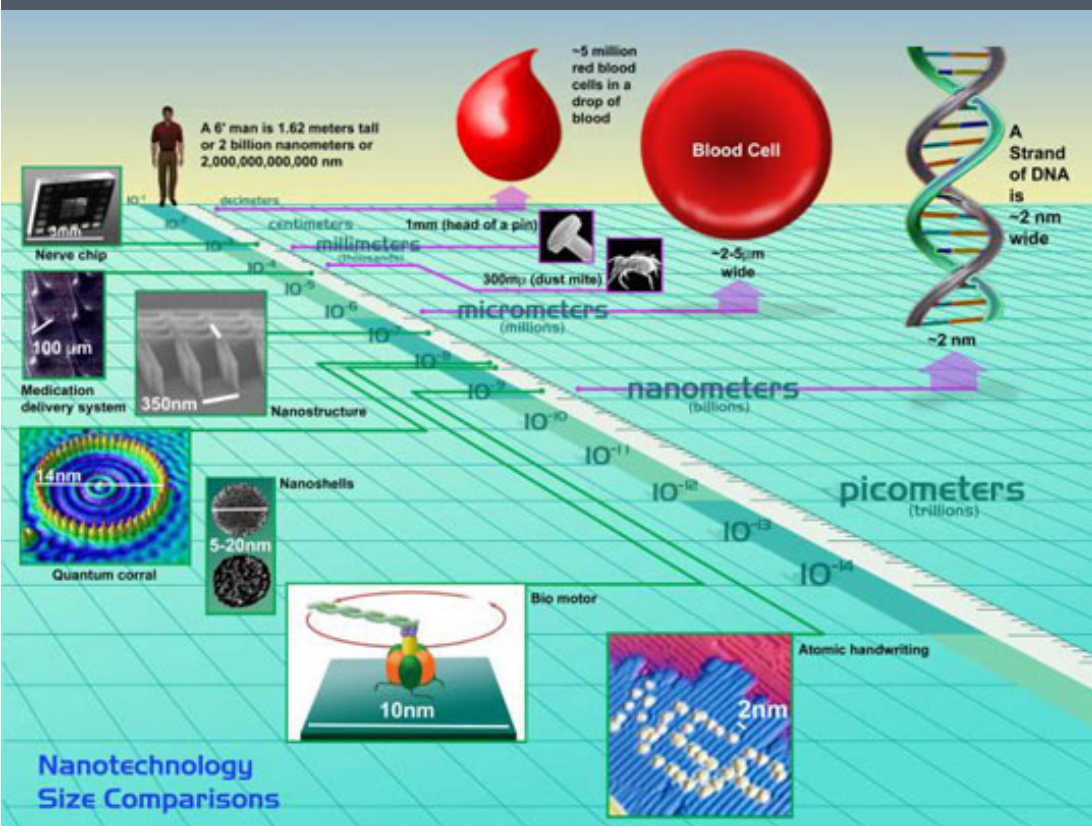
<http://www.sciencesite.dtu.dk/nano>

<http://www.inano.dk/sw156.asp>

*In small proportions we just beauties see,
And in short measures life may perfect be.*

Ben Jonson

Tag en rejse gennem [størrelsesordenerne](#). Du starter ude forbi vores mælkevej og zoomer forbi nanoskalaen og ned til det inderste af atomerne.



<http://ardi.scra.org/projects/nanomaterials.shtml>