



NANOTEKNOLOGI

Af Kasper Guldager Jørgensen

„Hvad er?“ sætter fokus på nye terminologier i arkitektfaget, som afspejler nyvindinger i teknikens og naturvidenskabens verden. Det er hensigten at skabe et overblik over nye materialer og teknologier ved at redegøre for historien bag og tage pulsen på udviklingsområder, som mange refererer til, men kun få kender baggrunden for.

Nanoteknologi er brugen af meget små komponenter, der af sig selv eller gennem manipulation kan skabe nye materialer. Men hvad er det, der gør nanoteknologi så uforståelig og samtidig så spændende?

Først og fremmest er det en interdiciplinær videnskab. Nanoteknologi er et krydsfelt af ekspertise fra fysikens, kemiens og biologiens verden. En blanding af medicinal- og materialeforskning krydret med mekanisk og elektrisk ingeniørkunst. Det er i rummet mellem disse forskellige videnskaber, ny viden om den molekylære verden opstår.

Dertil kommer den fascinerende skala, der også navngiver teknologien. En nanometer er en milliardtedel af en meter eller 10⁻⁹ meter. Til sammenligning er et atom gennemsnitlig 10 gange mindre og et menneskehår 100.000 gange større.

Endelig er en af vor tids største udfordringer at kunne kontrollere stoffer på et atomart niveau. Nanoteknologi er grænselandet mellem atomer og molekyler, en verden hvor materialers funktionelle egenskaber dikteres af atomers sammensætning.

Nanoteknologien gør det muligt for byggeindustrien at udvikle materialer med forstærkede eller helt nye

egenskaber. Det er nu muligt at designe, karakterisere, producere og applikere strukturer ved at kontrollere form og størrelse i nanometrisk skala.

Hvorfor er skalaen så vigtig?

Materialers egenskaber som farve, styrke, lede- og isoleringsevne fungerer radikalt forskelligt i nanoskala end i makroskala. For at producere mindre strukturer er det ikke nok blot at reducere størrelserne på de anvendte redskaber og maskiner.

I makroskala fungerer verden, som vi kender den. Her er årsag og virkning nøje afmålt efter gældende fysiske og kemiske love. I nanoskala fungerer tingene anderledes. Størrelserne på partiklerne er en kritisk faktor. Andre forhold gør sig gældende når tyngdekraftens virkning bliver sat ud af spil og elektrostatiske og kvantemekaniske faktorer tager over.

Her ligger styrken i nanoteknologi. Hvis man kan manipulere strukturer i nanoskala, kan man påvirke egenskaberne i makroskala og derved producere helt nye materialer og processer.

Nanoteknologiens Godfathers

I 1959 holdt den Nobelprisbelønnede fysiker Richard Feynman forelæsningen „There is plenty of room at the bottom“, hvori han opregnede fordelene ved at fremstille i meget lille skala – top down. Han forudså en computerudvikling hen imod mindre komponenter og integrerede kredsløb.

En anden nøgleperson i nanoteknologiens historie er Erik Dresler, der siden midten af 70'erne har arbejdet med nye teknologier og deres konsekvenser for fremtiden. Han introducerede nanoteknologi som et begreb for at beskrive, hvilke muligheder han så i at udvikle præcise atomare mekaniske systemer.

Med udgivelsen af bogen „Engines of Creation“ i 1986 beskrev han som den første, hvordan man med naturens mindste byggesten kan skabe maskiner, der kan bruges til at skabe en produktion i stor skala – bottom up. Med ét blev nanoteknologi kendt for et bredt publikum, og i 1991 fik han som den første nogen sinde en doktorgrad i nanoteknologi.

Et af de mest afgørende øjeblikke i nanoteknologiens historie var, da IBM i 1989 kunne forme firmaets initialer ved at manipulere de individuelle atomer på en overflade. For første gang kunne videnskaben arrangere atomer, præcist hvor de ville have dem.

En aura af magi

Siden nanoteknologi blev introduceret, har der hersket tvivl om, hvad det egentlig er.

Er det små selvorganiserende robotter, der kan bevæge sig frit i kroppen og behandle alt fra blodpropper til kræft?

Er det også nanoteknologi, når tekstiler imprægneres med aktive materialer, eksempelvis sokker med sølvpartikler som neutraliserer fodsved?

Fordi det er en teknologi, der omfatter mange forskellige videnskaber, er der flere opfattelser af, hvad den ret beset dækker. Ordet nano bliver anvendt i overflod og er ofte omtåget af en aura af magi. Grundlæggende er der to forskellige tilgange til nanoteknologi: Top down og bottom up.

Top down bliver skabt ved at bryde store strukturer ned til emner i nanostørrelse. Eksempelvis kan komplekse mikroprocessorer indeholde hundrede af millioner af præcist placerede naonstrukturer. Af de to metoder inden for nanoteknologi er top down den langt mest tilgængelige og anvendte teknik.

Bottom up, også kaldet molekylær nanoteknologi, bliver af mange regnet for at være den eneste sande metode. Her manipuleres atomer eller molekyler en for en til at danne nanostrukturer. Selvgenerende organiske systemer såsom DNA-molekyler kan bruges til at organisere et materials sammensætning, som i fulden form kan gro til større integrerede systemer. Med en sådan kontrol vil man være i stand til at løsrive sig fra begrænsningerne i miniaturisering og dyre top down-teknikker.

Buckminster Fuller var kendt for sine geometriske cellulære konstruktioner, f.eks. i „Dome over Manhattan Island“-projektet. I dag genopstår hans konstruktioner i nanoteknologien: Karbon 60-molekylet har samme konstruktionslogik og er derfor også navngivet „buckminsterfullerene“ (populært kaldet buckyballs).

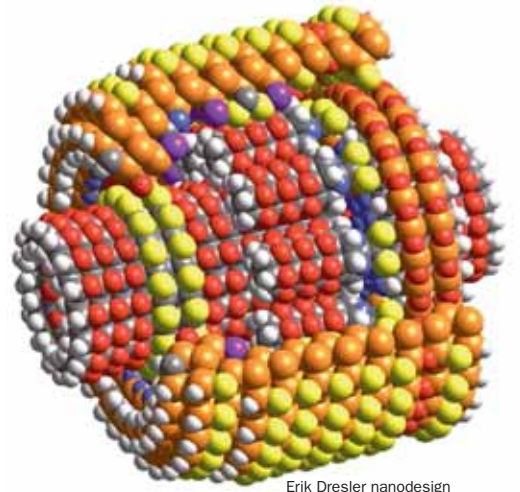
Materialer uden materialitet

Hvad kan noget så højteknologisk som nanoteknologi tilbyde en umiddelbar lavteknologisk og konservativ branche som byggeindustrien?

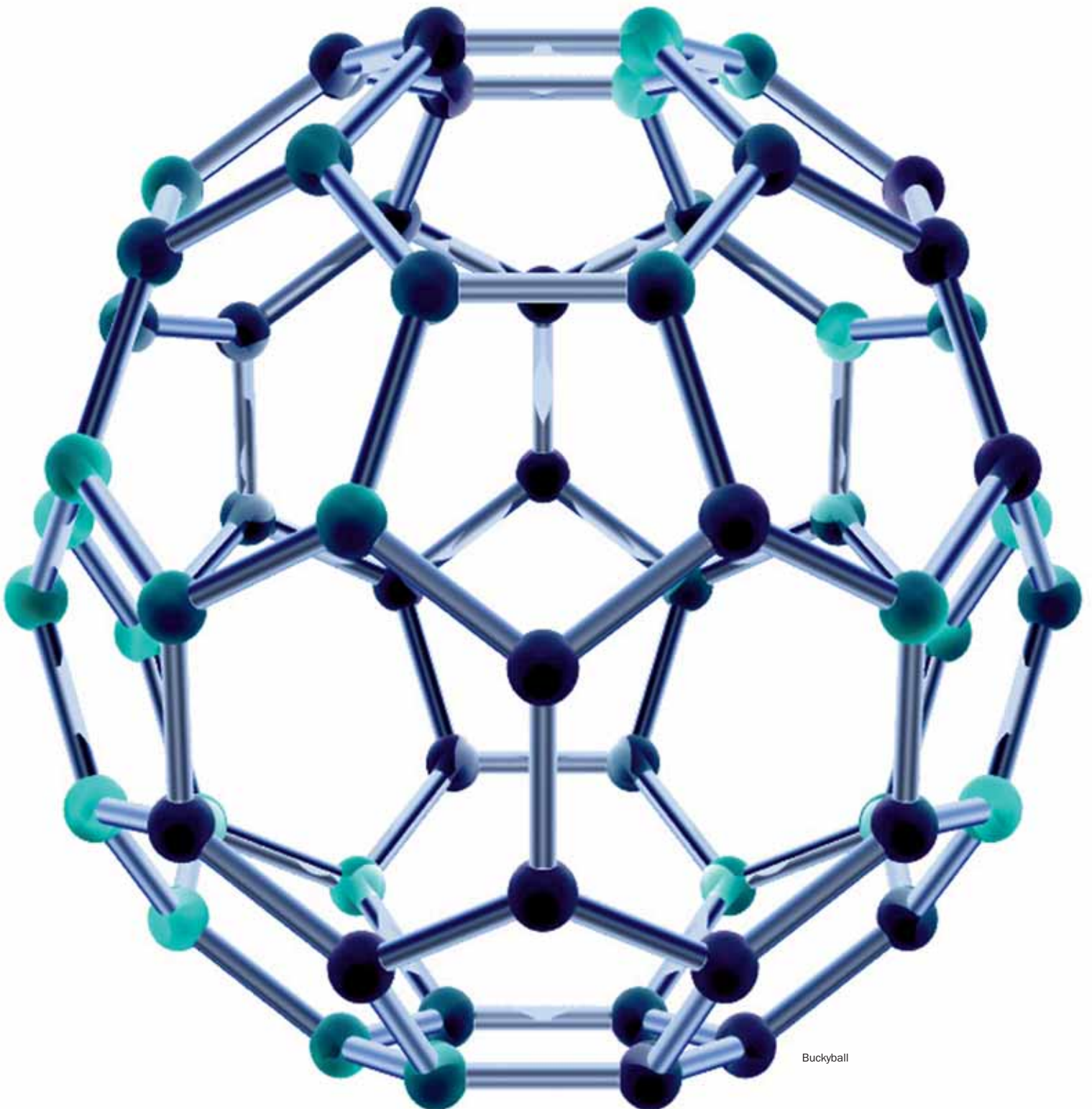
Der findes mange kommercielle produkter baseret på nanopartikler, nanopulver og nanotubes. På grund af deres størrelse er der ofte tale om materialer uden en egentlig materialitet. Rene egenskaber der kan påføres og forbedre eksisterende materialer.

Her er en række eksempler på hvor nanoteknologien befinder sig i dag.

Tyndfilm: En tyndfilm er en gennemsigtig coating, der kan indeholde forskellige egenskaber (det kunne også kaldes funktionsfilm). Teknologien er stærkt voksende med mange anvendelsesområder inden for sensorering, konduktivitet, mikroelektronik og op-



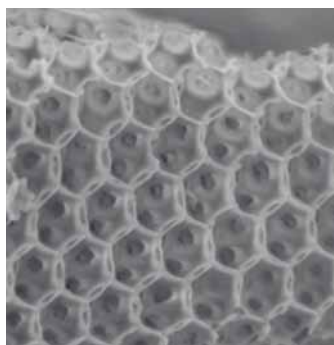
Erik Dresler nanodesign



Buckyball



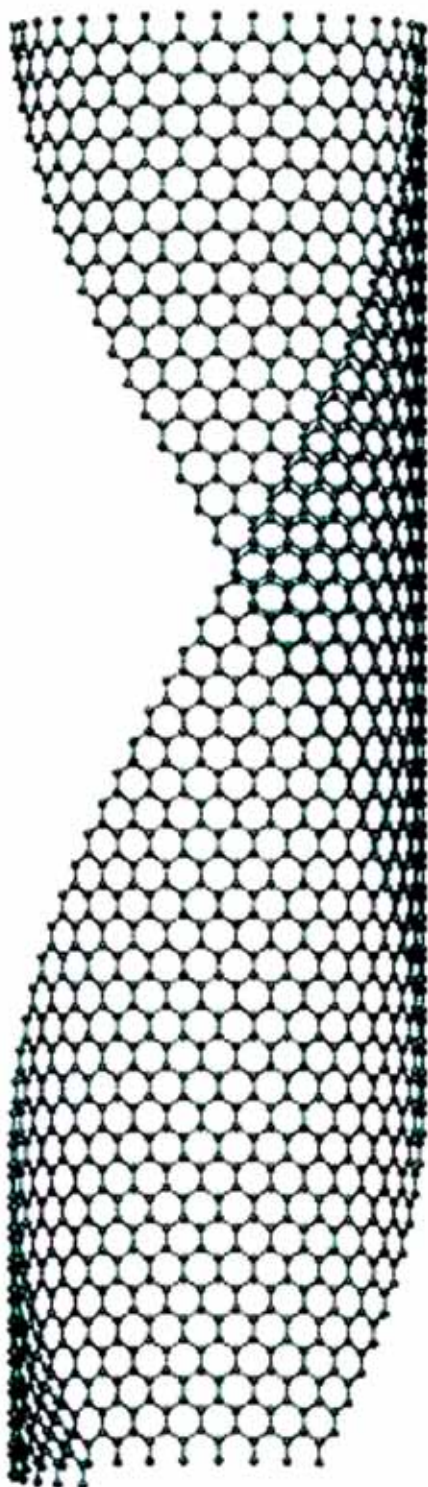
Nanotubes



Cellulære nanostrukturer



Lotusblad



En bred vifte af egenskaber, der kan overføres til almindelige byggematerialer, lige fra teflonfacader, der aldrig skal pudses, til elektroaktive lysgivende overflader.

Produkter, der begynder at reagere på omgivelserne, hører til de mere interessante. Bygninger kan ændre tilstand via aktive sensorer og membraner, som man kender det fra biler med ruder, der toner ned ved direkte solskin. Det kan være membraner, der regulerer indeklimaet, eller termodynamiske facader, der lagrer og afgiver varme på givne tidspunkter.

Selvrensende overflader: Lotusbladet er et godt eksempel på, at der allerede findes selvrensende overflader i naturen. Ved hjælp af nanoteknologi kan man genskabe bladets vandafvisende egenskab. Umiddelbart skulle man tro, at en vandafvisende overflade skal være så glat som muligt, men på nærmere hold kan man se, at strukturerne på et lotusblad er ganske ujævne. På grund af overfladespændingen i en vanddråbe kan den ligge stille på en plan overflade, men på en ujævn overflade vil den altid være i bevægelse. Effekten kaldes hydrofobi. Ved at efterligne denne struktur produceres der i dag selvrensende glas.

Hvor hydrofobis egenskab er at afvise vand, fungerer hydrophilik modsat ved at samle på vand. Ved at manipulere titaniumdioxid (TiO₂) kan man skabe hydrophilik. Denne effekt har mange fordele, f.eks. vandafvisning og biokemisk nedbrydelse af snavs gennem fotosyntese.

Nanotubes: En nanotube har en ydre diameter på en nanometer og er en selvgroet struktur bygget op atom for atom. Kulfiber-nanotubes kan være op til hundrede gange så stærke som

stål og vejer kun en sjettedel. Deres bemærkelsesværdige egenskaber har givet anledning til en intens forskning på verdensplan for at udvikle produktet kommercielt.

Lange nanotubes kan bruges til at lave nye fantom-materialer, men i dag kan de kun produceres i få millimeters længde. Derfor er det mere sandsynligt, at de i første omgang vil blive brugt til at forstærke beton og andre strukturelle materialer. Dog skal prisen (200 til 10.000 kroner per gram afhængigt af kvaliteten) være en del billigere, før det bliver en realitet.

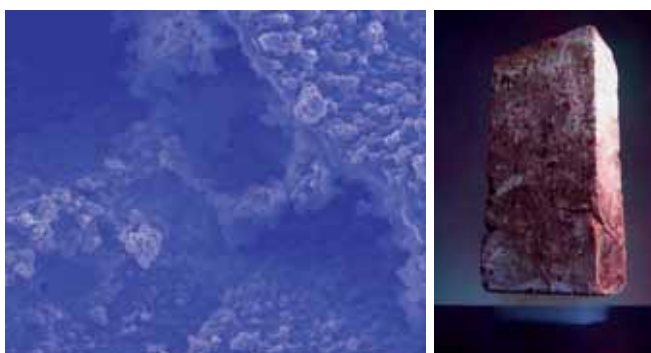
Flydende solceller: Nanoteknologi spiller en stadig større rolle i verdens energipolitik. Nanopartikler kan have superledende egenskaber og kan også bruges som energiopsamlere.

Fotoelektrokemiske solceller (også kaldet Grätzel-solceller) bliver det næste alternativ til dagens solceller. Solcellerne er gennemsigtige og kan arbejdes med, ligesom man arbejder med silketryk. De består af et aktivt farvestof, der via en kemisk reaktion skaber en energjudladning, når de rammes af solstråler.

Fremstillingsprocessen er ikke særlig energikrævende. Produktet er til gengæld heller ikke så energieffektivt, men har alligevel mange fordele. Det skal ikke skæres ud, som f.eks. de krystallinske solceller, der anvendes i dag, men kan på grund af sin flydende form sprayes direkte på den endelige overflade. Materialet er simpelt i sin produktion og er derfor billigt at fremstille, men mangler dog stadig at blive udviklet til kommercielt brug.

Fremtiden er nu

Nanoteknologi forventes at få indflydelse på næsten alle industrier, også på byggebranchen. De næste mange



Nanostrukturer i areogel

år vil udviklingen være synlig gennem top down-produkter, der kan tilbyde forbedrede egenskaber i beton, glas, solceller, kompositter, isolering, coatings, arbejdsmiljø og sågar træ. Egenskaber der gør materialerne stærkere, mere holdbare og lettere.

Der vil også komme en række indirekte påvirkninger på grund af nanoteknologiens betydning for udvikling af nye former for computerhukommelse, mindre elektriske komponenter og printbare kredsløb. Dette vil føre til hurtigere og integrerede computersystemer.

Engang i fremtiden, når bottom up-nanoteknologi bliver tilstrækkelig udviklet, vil hele vores nuværende materialeforståelse stå for fald. En molekylær produktion vil være uden spild, fordi produktionen kun benytter de nødvendige molekyler. En ren og billig industriform. Det periodiske system er byggeklodserne og kun fantasien sætter grænsen.

I ovenstående fremtidsscenario ligger nanoteknologiens paradoks. Det kan være alting og ingenting på samme tid. Men den fremtid, der kan synes fjern, findes allerede nu. Teknologien er kun et middel; den virkelige udfordring ligger i at genopfinde vores brug af materialer.

LINKS

Arkitektur og Nanoteknologi,
www.nanoarchitecture.net
Molekylær Nanoteknologi,
www.nanoengineer-1.com
Nanotechnology and Constructions,
www.nanoforum.org
Institute of Nanotechnology,
www.nano.org.uk
Foresight Nanotech Institute,
www.foresight.org

Artiklerien dækker følgende emner, som er at finde i tidligere eller kommende numre af **ARKITEKTEN**: Rapid Prototyping (14-06), Intelligente Tekstiler (01-07), Nanoteknologi (03-07), Virtuel reality, Biomimicry, og Digital arkitektur.

Kasper Guldager Jørgensen er uddannet fra Arkitektskolen Aarhus og arbejder som afdelingschef for 3 X Ns udviklingsafdeling „New Materials and Technologies“.

DEKO FG

MED DOKUMENTERET BRANDKLASSIFICERING



DANSK TESTET & DANSK GODKENDT

Den enkle og fleksible fuldglassvæg
kan nu benyttes overalt i indretningen
- uanset brandkrav!

DEKO FG er afprøvet på DBI og klassificeret som EW30, EI30, EW60 og EI60



Taastrup: 43 55 77 11 · Kolding: 75 51 77 22
www.deko.dk