

nysg?errigper



Nanoteknologi – fantastiske muligheter med universets byggeklosser

Nanoteknologi handler om å flytte på atomer og molekyler slik at vi kan bygge opp nye stoffer

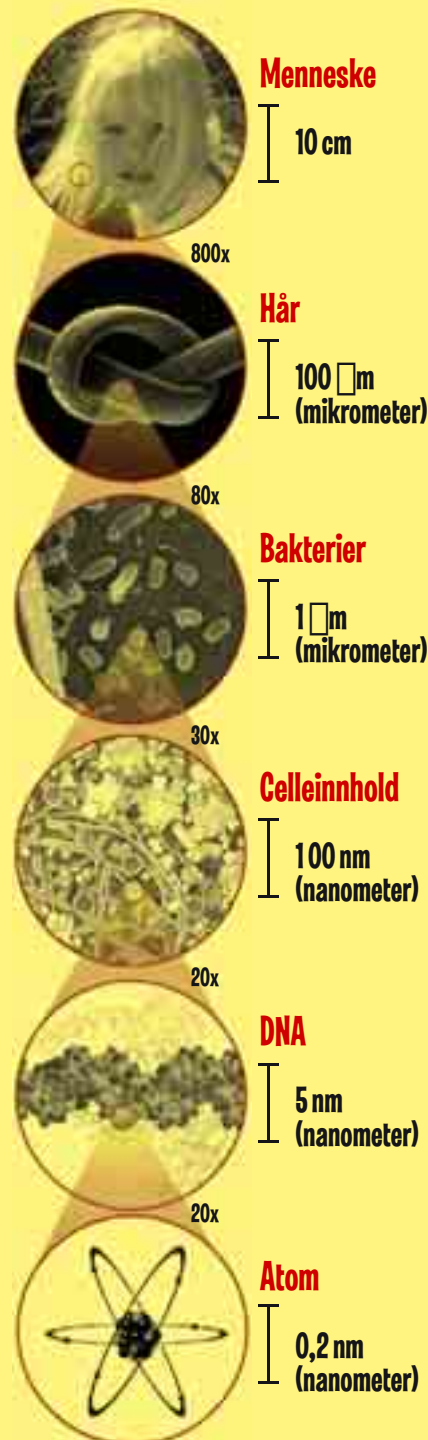
Dette bildet viser karbon-nanorør som er forstørret seks millioner ganger. Stoffet er opptil hundre ganger sterkere en stål, men veier bare en sjettedel.

FOTO: SPL/GV-PRESS

Forsidebildet viser en tarmbakterie, forstørret i et elektronmikroskop.

FOTO: SPL/GV-PRESS

Nanometer – 80 000 ganger tynnere enn tykkelsen på et hårstrå



ILLUSTRASJON: INANO

Kan du tenke deg noe som er så lite som en milliondel av en millimeter? Det er nesten umulig å forestille seg noe som er så smått. Forskerne kaller dette en nanometer. Inne i en nanometer er det plass til cirka 5 atomer.

Atomene og stoffenes egenskaper



Vi kjenner diamanten som en gjennomsiktig edelstein. Den viktigste egenskapen til diamanten er at den er det hardeste stoffet i naturen. Diamanten inneholder bare karbonatomer.

FOTO: SPL/GV-PRESS

Romskip og blomster, TV-spill og mennesker har én ting til felles. De er lagd av atomer, naturens fantastiske byggeklosser – utgangspunktet for nanoteknologiens mange muligheter.

Alt stoff i universet er bygd opp av samme slags atomer. Det finnes 112 ulike atomslag eller grunnstoffer, og det er ingen forskjell på jernatomene i en stein på Mars og jernet i de røde blodcellene i kroppen din. En neve jord inneholder atomer av oksygen, hydrogen, svovel og karbon, og det gjør også du.

Det er i naturen som det er på kjøkkenet: Det er ikke bare ingrediensene du bruker, men også måten du setter dem sammen på, som bestemmer hva slags mat du får. Den store forskjellen på neven med jord og deg er hvordan atomene og molekylene er satt sammen.

Stoffenes egenskaper

Forskere vil si at plasseringen av atomer er det som gir stoffer egenskapene de

har. Diamanten er et eksempel på det. Du kjenner den som en gjennomsiktig edelstein. Diamantens nyttigste egenskap er at den er det hardeste stoffet i naturen. En diamant inneholder bare karbonatomer. Et annet stoff som består av rent karbon, er grafitt, et grått, ugjennomsiktig stoff som blant annet brukes som «bly» i blyanter. Grafitt er så mykt at det kan brukes som smøremiddel.

Grafitt og diamant inneholder samme grunnstoff, men har vidt forskjellige egenskaper. Den store forskjellen ligger i måten karbonatomene er ordnet på. I diamanter står atomene i et regelmessig gitter, i grafitten ligger de lagvis i tynne flak.

Kunstige diamanter

Diamanter er mye dyrere enn grafitt fordi det finnes så lite av det i naturen. Det er mulig å lage kunstige diamanter, men de blir ikke like gode som de naturlige. Det er synd, for diamanter kan brukes til langt mer enn pynt. I industrien brukes de som bore- og slipemidler. Fordi de er gjennomsiktige, kan de slipes til supersterke linser. De

er også mer effektive til å lede strøm enn kobberledninger og passer egentlig bedre i databrikker enn silisium, grunnstoffet som brukes i dag.

Om det fantes en billig og effektiv måte å lage diamanter på, kunne vi alle pynte oss med diaman Smykker, skjære brød med kjøkkenkniver som aldri ble sløve, kjøre i biler og fly bygd av supersterke diamantfibere, og bruke datamaskiner som er raskere enn de det er mulig å bygge i dag. Nå tror forskere at det går an å masseprodusere perfekte diamanter med nanoteknologi.

Modell av diamanntmolekyl. FOTO: SPL/GV-PRESS



Nanoteknologi gjør det mulig å sende bitte små roboter inn i kroppen vår. Det store bildet viser hvordan en slags «ubåt» blir sendt gjennom en åre i kroppen for å gjøre oss friske. På det lille bildet hopper små nanoroboter ut av en tablett.

FOTO: SPL/GV-PRESS

Nanoteknologiens mange muligheter



Atomer og molekyler er universets minste byggeklosser. Nå forsøker forskere å finne ut hvordan vi kan sette byggeklossene sammen på nye måter. Forskingen kalles nanoteknologi.

Nanoteknologi handler om å flytte på atomer og molekyler slik at vi kan bygge opp nye stoffer. Atomene og molekylene måler bare noen milliarddels meter eller nanometer.

Ny vitenskap

Nanoteknologi er en ny vitenskap. Selve ordet er ikke mer enn 30 år gammelt, og det er først de siste årene at man vir-

kelig har satsset på nanoforskning. Det første store gjennombruddet kom i 1991, da den japanske forskeren Sumio Iijima oppdaget karbon-nanorørene (se bilde på foregående side). Et karbon-nanorør består av karbonatomer og måler bare en nanometer tvers over. Det er opptil hundre ganger sterkere enn stål, men veier bare en sjettedel!

Over hele verden forsøker man nå å finne ut hva nanorør kan brukes til. Forslagene er mange, fra kabler som holder broer oppe, til ingredienser i skuddsikre vester, supertynne ledninger i datamaskiner og mikrobrikker som kan gi blinde syn.

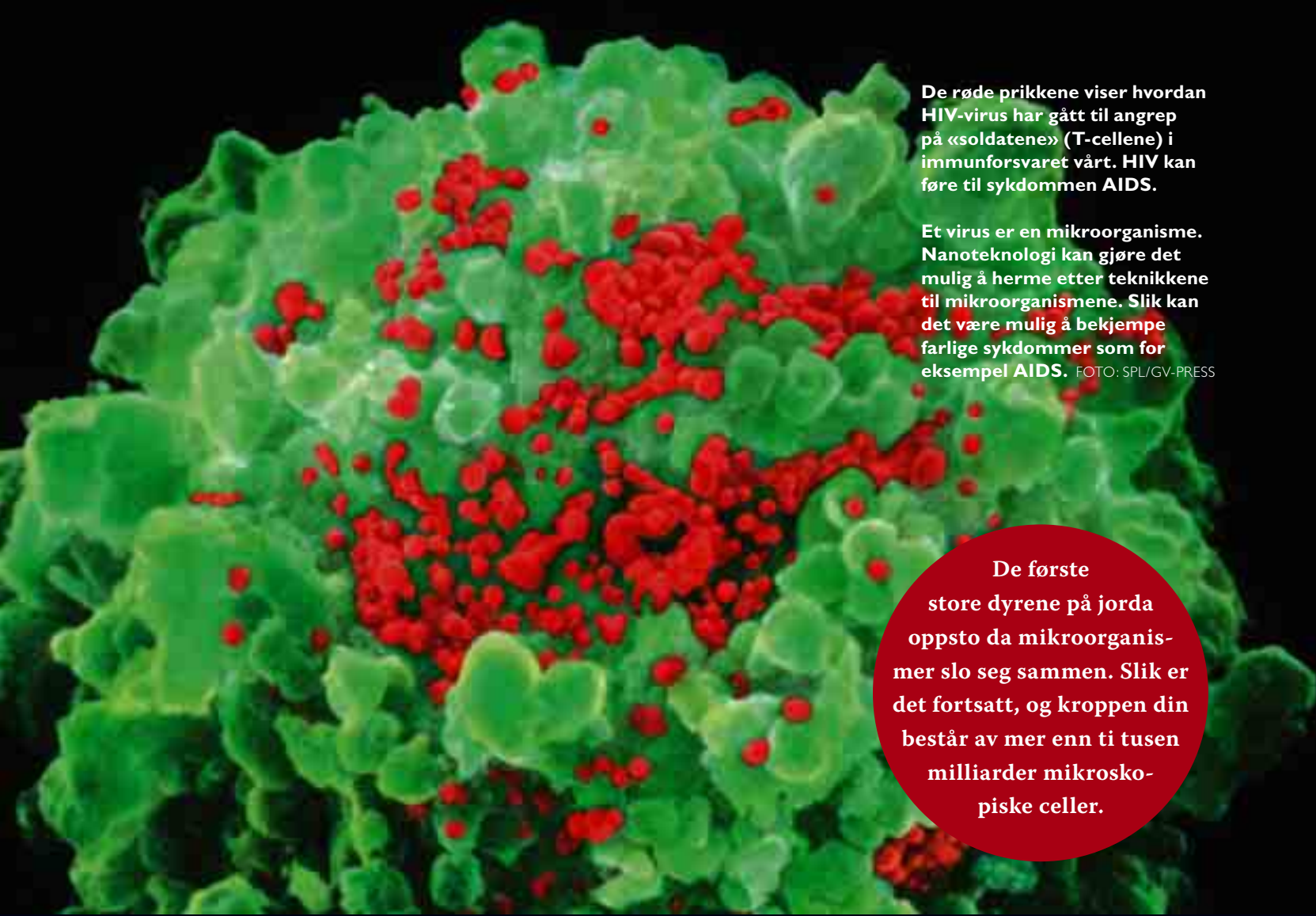
Nanoforskning i Norge

Hittil har nesten all nanoforskningen foregått i utlandet. Men nå satses

det for fullt på nanoforskning i Norge også. Til å begynne med vil nanoforskerne våre arbeide mest med ting vi allerede er flinke til. Energi er en norsk spesialitet – tenk bare på olje, gass og vannkraft. Derfor er det interessant for norske forskere at karbon-nanorør kan brukes til å lage supereffektive batterier. Slik blir det mulig å bygge elektriske biler som kan konkurrere med bensinbiler. En annen mulighet er å lage skipsskrog som er så glatte at skipene glir mer effektivt gjennom vannet. Bilindustrien kjøper mange av delene sine fra fabrikker i Norge. Norsk nanoteknologi kan brukes til å gjøre biler mer effektive og trygge.

Viktig i fremtiden

Nanoteknologi kommer til å bli viktig for mye av forskningen som gjøres i fremtiden. Det betyr at vi alle kommer til å bli påvirket av nanoforskernes oppdagelser, enten vi selv ønsker å bli forskere eller ei. De første nanoproduktene er allerede på markedet, og du kan regne med å se mange, mange flere i årene som kommer.



De røde prikkene viser hvordan HIV-virus har gått til angrep på «soldatene» (T-cellene) i immunforsvaret vårt. HIV kan føre til sykdommen AIDS.

Et virus er en mikroorganisme. Nanoteknologi kan gjøre det mulig å herme etter teknikkene til mikroorganismene. Slik kan det være mulig å bekjempe farlige sykdommer som for eksempel AIDS. FOTO: SPL/GV-PRESS

De første store dyrene på jorda oppsto da mikroorganismer slo seg sammen. Slik er det fortsatt, og kroppen din består av mer enn ti tusen milliarder mikroskopiske celler.

Naturens nanomaskiner

Det kan se ut som om det er de store dyrene og plantene som er viktige på jorda. I virkeligheten er dette mikroorganismenes planet.

I naturen ser det ut til å finnes en enkel regel: Jo mindre en organisme er, desto flere finnes det av den. Det er rundt seks tusen ulike arter av pattedyr, en gruppe med store dyr som blant annet omfatter mennesker, hvaler og mus. Til sammenlikning finnes det opptil seks millioner ulike typer av små insekter.

Mikroorganismer

Ingen har tall på hvor mange slags mikroorganismer som lever på jorda. Mikroorganismer er livsformer som er så små at de ikke kan sees uten et mikroskop, og de er svært viktige for alt annet som lever her. De første livsformene på jorda var mikroorganismer, og de var alene på planeten vår i mer enn tre milliarder år. Det var mikroorganismer som begynte å slippe ut oksygen for to milliarder år siden, og som dermed skapte luften vi puster inn i dag.

De første større dyrene på jorda oppsto da mikroorganismer slo seg sammen, og fremdeles er det slik at alle store dyr og planter er bygd opp av mikroorganismer. Kroppen din består for eksempel av mer enn ti tusen milliarder mikroskopiske celler.

Naturens byggesteiner

Ved å sette sammen atomer og molekyler kan celler lage energi og kjemiske forbindelser de trenger for å leve, samtidig som de skaffer seg råmaterialene til å lage nye celler. Selv de største organismene i naturen er blitt til ved at mikroskopiske celler har satt sammen enda mindre molekyler, bit for bit. Selv de flere hundre meter høye sequoia-trærne i California er blitt til slik.

Bilde av et rhinovirus,
en type virus som står
bak mange forkjølelser.

FOTO: SPL/GV-PRESS

Bakterier er vanlige mikroorganismer

Bakterier er en vanlig form for mikroorganisme. En bakterie er ofte ikke mer enn noen milliondels meter lang. Når man er så liten, trengs det ikke mye plass: I en skje med jord kan det leve ti milliarder bakterier!

Vi forbinder gjerne bakterier med sykdom. Det er fordi bakterier trives godt inni større organismer, og lett kan invadere en kropp om de finner en åpning, som for eksempel et kutt i fingeren. Kroppen klarer stort sett å nedkjempe bakterier ved hjelp av immunforsvaret, som er en hær av – du gjetter det vel? – mikroorganismer.

Bakterier stritter mot medisin

Bakterier som kroppen ikke klarer å ta seg av, er ofte svært flinke til å tilpasse seg medisinene vi lager. Av og til kan det gå bare noen måneder fra en ny medisin kommer, til bakterier er blitt resistente mot medisinen. Det er fordi bakterier kan byttelåne informasjon med andre bakterier. Informasjonen er lagret i DNA-molekylet, som er sammensatt av milliarder av atomer som står i en viss rekkefølge.

Bakterier er svært flinke til å tilpasse seg medisinene vi lager, slik at medisinene ikke virker mot bakteriene. Hvis én bakterie finner ut hvordan den kan forandre sitt DNA-molekyl for å overleve en medisin, lærer andre bakterier raskt det samme.

Bakterier kan også bli syke. Det skjer når de angripes av virus.

Virus tvinger andre mikroorganismer til å skaffe seg næring eller formere seg.

Når du blir forkjølet, er det cellene i din egen kropp som lager flesteparten av virusene som gjør deg syk.

Immunforsvaret er en hel hær av mikroorganismer inne i kroppen vår. Disse hjelper oss å kjempe mot bakterier for å unngå at vi blir syke.

Endrer DNA-molekylet

Hvis én bakterie finner ut hvordan DNA-molekylet kan forandres for at den skal overleve en medisin, tar det ikke lang tid før andre bakterier lærer å forandre sine DNA-molekyler på samme måte. I dag jobber mange av verdens dyktigste forskere på spreng for å lage medisiner mot resistente bakterier, men fremdeles er det mikroorganismene som har forspranget.

Virus gjør bakterier syke

Det er kanskje en slags trøst i å vite at også bakterier kan bli syke. Det skjer når de angripes av bakteriofager (ordet betyr «bakterieeter»), en gruppe skapninger som får bakterier til å virke kjempesvære. En bakteriofag er nemlig bare 20 milliarddels meter (eller 20 nanometer) bred, og det vil si at det er plass til 4 millioner bakteriofager på det bitte lille

punktumet på slutten av denne setningen! Det vil si like mange bakteriofager som det er mennesker i Norge.

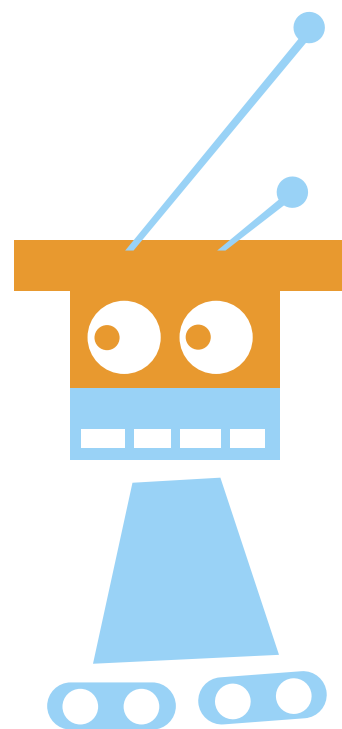
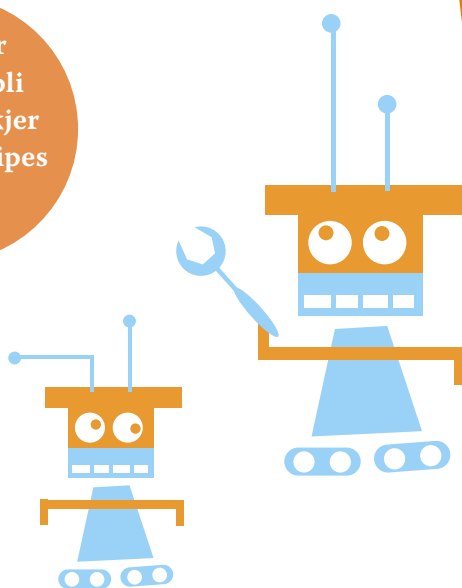
Ordentlige organismer?

Bakteriofager er virus, og forskerne er fremdeles uenige om virus kan regnes som ordentlige organismer. De er nemlig ikke i stand til å skaffe seg næring eller formere seg på egen hånd, men må tvinge andre mikroorganismer til å gjøre jobben for seg. Det gjør de ved å forandre på rekkefølgen til atomer i DNA-molekylet i celler og bakterier slik at de «programmeres» til å lage nye virus. Når du blir forkjølet, er det cellene i din egen kropp som lager flesteparten av virusene som gjør deg syk.

Smarte mikroorganismer

En forkjølelse er en påminnelse om hvor viktig det som skjer i nano-verdenen,

Det bakterier og virus gjør med DNA-molekylet, minner sterkt om det som skjer på pc-er når datavirus angriper. Datavirus kan utnytte informasjon de finner på datamaskinen (som adresselisten i e-postprogrammet) til å spre kopier av seg selv til andre maskiner via Internett. Selv om datavirus bare er til skade, forteller de oss noe viktig: Det er mulig for mennesker å kopiere det som skjer i mikroorganismer.



er for oss. For forskere er det dessuten en utfordring. Gjennom mange år har vi brukt milliarder av kroner på å forske på DNA-molekylet, og er ennå ikke i nærheten av å kunne kopiere det som selv de enkleste mikroorganismer gjør.

Hva kan vi lære av mikroorganismer?



FOTO: SPL/GV-PRESS

Mikroorganismene var på jorda før oss, og de kommer til å leve her lenge etter at vi har dødd ut. Det er mange gode grunner til å forske på hva som gjør mikroorganismene så suksessrike.

Gjennom århundrene har menneskene lært mye av å studere vellykte organismer i naturen. Flyet er en oppfinnelse som ble inspirert av flygende dyr som fugler, insekter og flaggermus. Mikroorganismer som bakterier og virus er på mange måter de mest vellykte skapningene i naturen. De klarer seg på bunnen av havet og på toppen av fjell, inne i steiner og ute i verdensrommet, oppi varme kilder og ved reaktorene til atomkraftverk. De var på jorda før oss, og de kommer til å leve her lenge etter at vi har dødd ut.

Gode teknikker

Derfor er det gode grunner til å forske på hva det er som gjør mikroorganismer så suksessrike. Kan vi herme etter teknikkene deres, blir det ikke bare mulig å bekjempe farlige sykdommer som tuberkulose

En nanomaskin kan lage alt vi kan drømme om: hus som bygger seg selv fra et lite frø du legger på bakken – eller en julenissemaskin som kan programmeres til å lage alt du ønsker deg.

og AIDS. Vi kan også lære oss helt nye måter å produsere ting på.

To måter å lage ting

I dag lages tingene vi trenger, på to måter: Enten får vi mikroorganismer til å gjøre jobben for oss, eller vi tar store klumper med stoff og former dem til det vi trenger. Mat, klær og hus er eksempler på ting som lages ved hjelp av cellene i dyr og planter. Biler, datamaskiner og tallerkener blir derimot til ved at vi bearbeider metall, plastikk og leire.

Fantastiske nanomaskiner

Drømmen for mange forskere er å lage nanomaskiner. Nanomaskiner er på størrelse med celler som kan ta molekyler rundt seg, sette dem sammen til nye kopier av seg selv og deretter bygge ting vi trenger, fra bunnen av. Nanomaskiner kunne bygge alle stoffene som fins i dyr og planter, så det aldri behøvde å bli matmangel på jorda. De

Kunstige nanovirus kan brukes for å gjøre mennesker friske. Forskere prøver å få dem til å oppføre seg som et kunstig immunsystem. FOTO: ALFRED PASIEKA/SCIENCE PHOTO LIBRARY

kunne brukes til å lage «hus-frø», et bittelite korn som vokser seg til et helt hus når du legger det på bakken. De kunne brukes til å lage «julenissemaskinen», en boks full av nanomaskiner som kan programmeres til å lage det meste av det du ønsker deg.

Kan forandre verden

Nanomaskiner kan forandre verden totalt, for all framtid. Syns du dette høres for fantastisk ut? I så fall er det nyttig å tenke på den engelske munken Roger Bacon. Mens vikinger herjet i Europa, skrev han at menneskene en gang kom til å bygge maskiner som kunne fly. I nesten seks hundre år mente folk flest at dette var vilde fantasier. Nå har de fleste av oss fløyet raske og høyere enn noen fugl. Det var mulig å lage flygende maskiner, fordi naturen hadde klart bragden før oss.

Norges forskningsråd satser på nanoteknologi

For at vi i Norge skal bli gode på nanoteknologi og utvikle produkter som vi kan kjøpe i butikken, har Norges forskningsråd startet et forskningsprogram

for nanoteknologi og nye materialer, NANOMAT. Det satses først og fremst på å utvikle nye materialer med bedre egenskaper. Fra 2003–2006 deler

NANOMAT ut minst 55 mill. kroner i året til forskning innen nanoteknologi og nye materialer.

Ansvarlig utgiver: Norges forskningsråd **Utgitt i samarbeid med forskningsprogrammet NANOMAT, Norges forskningsråd**
Ansvarlig redaktør: Paal Alme **Redaktør og prosjektleder:** Marianne Løken **Redaksjon:** www.konstabel.no **Tekster:** Eirik Newth
Design og illustrasjon: www.melkeveien.no **Adresse:** Nysgjerrigper, Norges forskningsråd, Posttuttak St. Hanshaugen, 0131 Oslo
Telefon: 22 03 75 55/22 03 70 00 **Internett:** www.nysgjerrigper.no **E-post:** nys@forskningsradet.no