

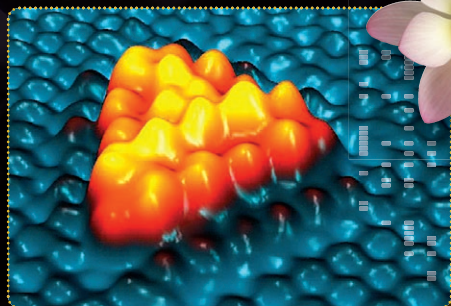
Et undervisningsmagasin om nanoteknologi

nano

– hvad er det?



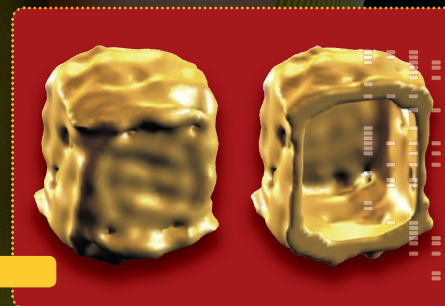
Nanoteknologi er ...



... en smart katalysator,
der forhindrer syreregn



... smarte overflader



... DNA-origami ... og meget,
meget mere. **Læs og lær!**



Har du læst det, der står med **småt?**

Ikke? Det er også svært, hvis det er skrevet i nano-størrelse. Et bogstav på en nanometer skal nemlig forstørres 500.000 gange, før du kan se det med det blotte øje.

Med nanoteknologi er det størrelsen, der gør hele forskellen. Når vi taler om nano, drejer det sig ikke bare om, at småt er mindre. Det vigtigste er, at småt er anderledes.

Du kommer til at se en masse eksempler på opdagelser, man har gjort ved hjælp af nanoteknologi.

I bund og grund er nanoteknologi »bare« en teknologi, der arbejder med meget små ting. Derfor er nanoteknologi heller ikke et område, der kun kan knyttes til biologi, eller til fysik eller kemi. Alle disse videnskaber kan bruge nanoteknologi – og nanoteknologien har brug for videnskabsmænd fra alle disse fag for at udvikle sig endnu mere. Det, der er fælles for alle videnskaberne, er, at »småt er anderledes«. Det ER virkelig størrelsen, der er afgørende!

I dette hæfte kommer du til at se en række eksempler på ting, der netop er helt specielle, fordi de er små. Og vi kan opfinde og forbedre ting, fordi vi har opdaget, hvordan de opfører sig, når de er så små, at vi måler dem på nanoskalaen.

Hvad er en nanometer, hvad er nanoteknologi – og hvad kan vi bruge det til? Det vil vi forsøge at forklare dig og dine klassekammerater i dette nano-magasin, og vi håber, I opdager, hvor spændende det er at arbejde med de allermindste størrelser, vi ved noget om. Vi kommer også forbi et vigtigt spørgsmål: Er nano farligt? Det er faktisk et mærkeligt spørgsmål, og svaret er »muligvis«. Det kan du læse mere om på de to sidste sider i magasinet.

En dværg-meter!



Nano betyder dværg. Nano er noget småt. Småt er anderledes. Det er det, som du opdager, når du læser dette hæfte. Ting opfører sig anderledes, når de bliver rigtig små. Det er ganske vist stadig det samme »stof«, men det kan nogle helt andre ting, og det gør nogle helt andre ting, når de bliver så små, at vi er nødt til at måle dem på en skala, hvor enheden er en milliard-del af en meter! Læs meget mere om det på de næste sider.

nano – hvad er det?

Tekst: Jesper Tolstrup | Redaktion: Kaj Jensen, Jesper Tolstrup, Ulrik T. Skaftø | Pædagogisk konsulent: Mads Neergaard Jacobsen | Layout: www.pedersen-pedersen.dk | Tryk: Scanprint A/S | ISBN: 978-87-7090-476-6 | iNano, Århus Universitet, institut for... 2010 | Produceret af TURBINE forlaget – www.turbineforlaget.dk | Materialet er støttet af Undervisningsministeriets tips- og lottomidler, ligesom Det Strategiske Forskningsråd har ydet økonomisk bidrag til produktion af hæftet.

En særlig tak for faglig konsulentbistand til: Professor Herman Autrup, Post.doc Ebbe Sloth Andersen, Post.doc Christian Uhrenfeldt, Cand. scient. Kaj Jensen, ph.d. Peter Thøstrup, ph.d. Sys Zoffman Glud, ph.d. studerende: Bjarke Jørgensen, Rasmus Foldbjerg, Martin Søndergaard, Jonas Ørbæk Hansen, Anders Tuxen og Manjunath Puttaswamy.

Foto: iStock: forside, s. 4, 10, 14, 15, 16, 17, 18. BMW Danmark: s. 12, 13. Claus Bonnerup: s. 5, 8. British Museum: s. 6.

klik ind på www.hvadernano.dk!

Husk også at du kan hente elevopgaverne på www.hvadernano.dk. Der er opgaver til alle sider i magasinet.

Indhold

4

Dine fingernegle vokser 1 nanometer i sekundet!

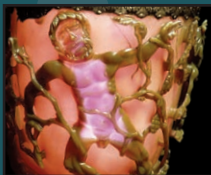
Mens du læste overskriften, blev dine fingernegle et par nanometer længere, men det er så lidt, at der ikke er nogen grund til at klippe løs lige med det samme.



6

Old news

Nanoteknologi er hypermoderne videnskab – og oldgammel!



8

Hvordan kan vi overhovedet se noget så småt?

Glem alt om de mikroskoper, I har på skolen, hvis I vil studere ting i nanostørrelse.



10

Har du hørt om syreregn?

Det er ikke sikkert, du hører ret meget om syreregn. Med hjælp fra nanoteknologi er vi nemlig ved at få bugt med problemet, der blandt andet førte til voldsom skovdød for få år siden.



12

Smarte biler med nanoteknologi

Varme bliver til strøm ved hjælp af nyt materiale.



14

Solens energi i stikkontakten

Dyre og gode eller billige og knap så gode. Det er historien om solceller. Indtil nu – for det kan snart se anderledes ud ved hjælp af nanoteknologi.



16

Bukser, der aldrig bliver våde og altid er rene

Var det noget for dig?



18

Når voksne leger med byggeklodser

Forskere bygger med DNA-strengene ved hjælp af nanoteknologi.



20

Sådan snyder man kroppens forsvar

Menneskets krop er en borg designet til at holde virus og andre skadelige ting ude. Men bliver man syg, kan det desværre også være svært for medicin at komme ind ad porten. Heldigvis kan man snyde kroppens forsvarsværker og smugle medicinen ind. Det foregår med nanoteknologi.



22

Er det farligt – og kommer vi i kontakt med det?

Der er to spørgsmål, der skal besvares, når man tester, om materialer med nanopartikler er farlige for mennesker. Test er helt nødvendige, for partiklerne kan være skadelige for os.



Dine fingernegle vokser 1 nanometer i sekundet!

Mens du læste overskriften, blev dine fingernegle et par nanometer længere, men det er så lidt, at der ikke er nogen grund til at klippe løs lige med det samme.

Du ved det sikkert ikke, men den er god nok. Neglene på dine fingre vokser en nanometer i sekundet. Men piger – pak bare neglefilen væk og gå ikke i panik. En nanometer er nemlig så lidt, at det er helt umuligt for dig at se det med det blotte øje.

En nanometer

Lad os få størrelsen på plads. Du kender »en meter«, og du kender også »centimeter« og »millimeter«. Du kender



Måske vil du hellere løbe en nanometer end en kilometer?



helt sikkert også »kilometer« – det er dem, du skal løbe mange af på skolernes motionsdag lige før efterårsferien.

En millimeter er $1/1000$ del af en meter, og en ret lille størrelse. Men ikke mindre, end at vi bruger den til noget i dagligdagen. Derfor er den med på din lineal! Endnu mindre er en mikrometer. Den er en meter delt $1.000.000$ gange – eller $1/1000$ del millimeter. Hvis du skal kunne se noget, der er et par mikrometer stort, er du nødt til at bruge et mikroskop.

Men endnu mindre end en mikrometer er en nanometer. Den er faktisk $1/1000$ mikrometer og helt umulig at få øje på selv i et almindeligt lysmikroskop. Med andre ord er en nanometer det samme som en meter delt $1.000.000.000$ gange. I matematikken skriver vi det som 10^{-9} . Nu begynder det at give mening, at så lille en størrelse har fået navnet »en dværg-meter«.

Og derfor behøver du ikke gå i panik, hvis du er på vej til fest og kommer i tanke om, at dine fingernegle vokser en nanometer i sekundet. Hvis du regner efter, vil det tage 1 million sekunder, eller 16.666 minutter før neglen er vokset en millimeter. Det er det samme som 278 timer – eller 11,5 dage.

Meter-skala

kilo-

hekto-

deka-

meter

deci

Vidste du ...

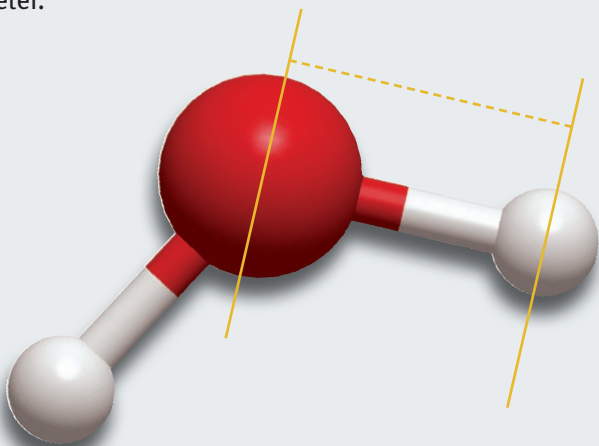
... at forholdet mellem en nanometer og en millimeter er det samme som forholdet mellem en millimeter og en kilometer?



Og hvad skal vi så bruge DET til?

Det er et godt spørgsmål – og det bliver besvaret flere gange i dette magasin. Men lad os bare tage hul på det allerede nu. For at besvare spørgsmålet er vi nødt til at finde ud af, hvad det egentlig er, der er så småt, at vi måler det med nanometer.

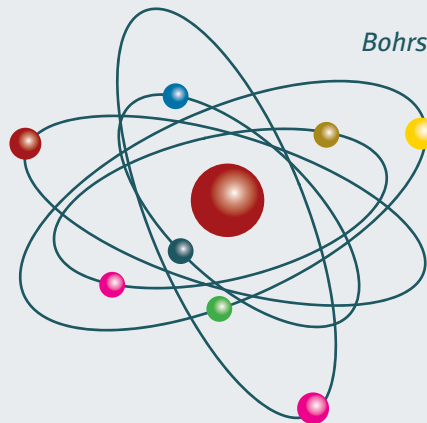
Det er atomer og molekyler, som du kender til fra fysiktimerne. Det er så små størrelser, at vi måler dem i nanometer. Elektroner er partikler uden om atomkernen, og protoner er partikler inde i atomkernen. Afstanden mellem dem og selve atomets størrelse og molekylers størrelse – alle disse byggesten er så små, at vi måler dem med nanometer.



Afstanden mellem H og O er kun 0,092 nanometer! Det er 0,000.000.000.092 meter!

Hele fidusen er, at vi ikke bare behøver nøjes med at kigge på, når vi er i stand til at se ting, der er så små, at de skal måles i nanometer. Vi kan også ændre på dem, kontrollere dem og bygge med dem, og det er især derfor, nanoteknologien er så interessant, at der hvert år bliver pumpet mil-

Bohrs atommodel.



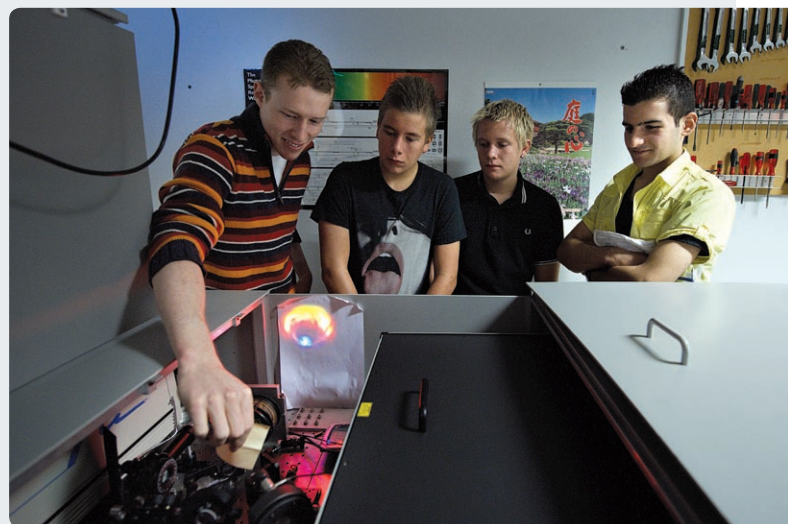
liarder af kroner i forskning verden over. Vi kan med andre ord lege med de allermindste byggeklodser i universet. Ja, vi kan ligefrem opfinde helt nye byggeklodser.

Senere i magasinet kommer du til læse om nogle af de ting, vi kan kontrollere og bygge med ved hjælp af nanoteknologi.

Nano-show for skoleelever

Mick, Tobias og Kirasyan, som går i 10. klasse på Grønløkke-skolen i Tranbjerg tæt på Århus, vidste ikke det store om nanoteknologi. Men de syntes, det lød meget spændende og sagde ja tak til en invitation fra Århus Universitet om at komme på et lille nano-intro-kursus.

Her forklarer Jonas Lerche Hansen de tre elever, hvordan man har brugt nanoteknologi til at udvikle laserlys, der kan bruges til at »filme« forløbene i kemiske reaktioner.



Tre elever på nano-show.

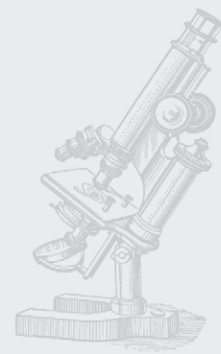
cent

milli

mikro

nano

Old news



Nanoteknologi er hypermoderne videnskab – og oldgammel!

For 2.500 år siden var en glaspuster ved at fremstille et meget fornemt drikkebæger. Det gjorde han med en metode, som man havde benyttet i tusinder af år. Han varmede silica og sand op til ekstremt høje temperaturer, og de stoffer reagerede med hinanden og dannede silicium-oxid. Bedre kendt som glas. Men den romerske glaspuster gjorde noget ekstra særligt ud af netop dette drikkebæger. Han tilsatte små guldstykker, og uden at han kendte det moderne ord for det, benyttede han sig af nanoteknologi.

Ved at blande små guldstykker i glasset under opvarmningen skete der nemlig ændringer i glassets sammensætning helt nede i nanostørrelse, der gjorde, at det skiftede

farve, alt efter hvor lyset ramte. Det helt særlige ved dette drikkebæger er, at hvis man lyser på det udefra, så ser det grønt ud og er slet ikke gennemsigtigt. Men hvis man lyser indefra bægeret og ud, skifter glasset pludselig farve. Det lyser op i en rødlig farve og bliver næsten gennemsigtigt. Det skyldes guld- og sølvpartikler i nanostørrelse, som sidder inde i glasset.

Bægeret har været berømt i mange hundrede år for den fantastiske forandring, der sker, alt efter hvor lyset rammer, men det er først i moderne tider, man har kunnet studere nanopartiklerne i glasset og forklare, hvad det egentlig er, der sker. Læs mere om det på modsatte side.



Oldgammel nanoteknologi: På grund af guld- og sølvpartikler i nanostørrelse ...



... ændrer glasset i drikkebægeret farve, alt efter hvor lyset rammer.



Måske var det på tide med mere brød?

Småt er anderledes

Guldpartikler i nano-størrelse er magien, der har gjort et oldgammelt drikkebæger kendt over hele verden

Som du kan læse på modsatte side, var det guld og sølvstykker, der gav glasset i drikkebægeret de særlige egenskaber. Men den vigtigste årsag var størrelsen på de små guldstykker. De kom helt ned i nano-størrelse på grund af de høje temperaturer, der er, når man fremstiller glas.

Når ting har nano-størrelse, ændres forholdet mellem atomerne på oversiden af partiklerne og atomerne inde i partiklen. Eller sagt på en anden måde: Når der er flere atomer udenpå end indeni, begynder partiklen at opføre sig anderledes, den får andre egenskaber. Og guld i nano-størrelse skifter farve. Derfor er det størrelsen af guldpartiklerne, der gjorde hele forskellen i glasset i drikkebægeret, og derfor kan vi sige, at hemmeligheden bag nanoteknologi er den simple: Småt er anderledes.

Mest Nutella på franskbrød

Måske bliver det nemmere at forstå drikkebægerets hemmelighed, hvis vi forklarer det med Nutella og franskbrød i stedet for med guld og glas.

Lad os sige, at I hver især får et stort glas Nutella og et franskbrød og får til opgave at bruge så meget Nutella som muligt. Laget skal være lige tykt over det hele. Til at starte med dækker I top og bund og side- og endestykker. Så langt så godt. Men hvad nu hvis vi skærer franskbrødet over i to dele? Så får I en større overflade – og kan smøre mere Nutella på. Og sådan kan man blive ved med at skære i brødet mange gange.

Hvis vi så husker på, at det særlige ved nanoteknologi er, at »småt er anderledes«, og at partikler ændrer egenskaber, når der er flere atomer uden på partiklerne end indeni, så kan vi regne ud, at man har mange muligheder for

at skabe spændende, kemiske reaktioner. Hvis man altså kan øge overflade-arealet – som man gør, når man halverer et franskbrød.

Og i nanoteknologi benytter man sig netop meget af at skabe større overflader, så forholdet mellem atomer inden i og uden på partiklen ændrer sig.

En dværg-meter!



I nanokemi arbejder man meget med at øge overfladens størrelse på metaller ved at skabe mange mindre partikler på den samme overflade. Flere partikler på det samme område giver jo samlet en større overflade. En større overflade med flere atomer gør, at der sker spændende og interessant kemi på overfladen. Med nanoteknologi arbejder man med at opdage og styre denne kemi, og senere her i magasinet møder du flere eksempler, hvor det er lykkedes, og hvor man kan udnytte det på meget smarte måder. Forestil dig, at man proppede fem gange så mange fodboldspillere og bolde ind på en fodboldbane. Det ville blive en helt anderledes kamp, end du plejer at se!

Vidste du ...



... at hvis du har en guldklump på 1nm^3 , så skal der 57.600.000 guldklumper til for at have en guldbarre på 1 kg?

Hvordan kan vi overhovedet se noget så småt?

Glem alt om de mikroskoper, I har på skolen, hvis I vil studere ting i nanostørrelse



Nano-tur: Anders Tuxen viser Mick, Tobias og Kirasyan et STM-mikroskop.

Scanning-tunnel-mikroskopet

Med en tunnelstrøm af elektroner kan vi scanne ting i nano-størrelse.

I kælderen under Århus Universitet sidder Anders i sit laboratorium. Med sit Scanning-Tunnel-Mikroskop kan han se ting så små, at han måler dem i nanometer. For at gøre det nemmere kalder man det i daglig tale for et STM-mikroskop. Man kunne også kalde det et »nanoskop«.

Sådan virker det!

Forestil dig, at du kører pegefingeren på din venstre hånd henover tastaturet på din computer. Forstil så, at din højre hånd tegner med en kuglepen på et stykke papir – og at den tegner præcist de forskelle, din venstre pegefinger mærker i højden mellem knapper og mellemrum på tastaturet. Hvis du kunne holde din venstre pegefinger i præcis den samme afstand til tastaturet – og hvis du kunne tegne lige så præcist med din højre hånd – så kunne du tegne et nøjagtigt billede af tastaturet.

Det er lidt på den måde, STM-mikroskopet virker. Det aflæser højdeforskelle og tegner dem på en computer-skærm.

Faktisk er det lidt forkert at kalde det for et mikroskop. For det første forstørret det jo ikke ting i mikro-størrelse. Det er ting i nano-størrelse. For det andet er det ikke en virkelig ting i forstørret udgave, man ser ved hjælp af STM. Det er tegninger på en skærm. Men vi kalder det et mikroskop alligevel.

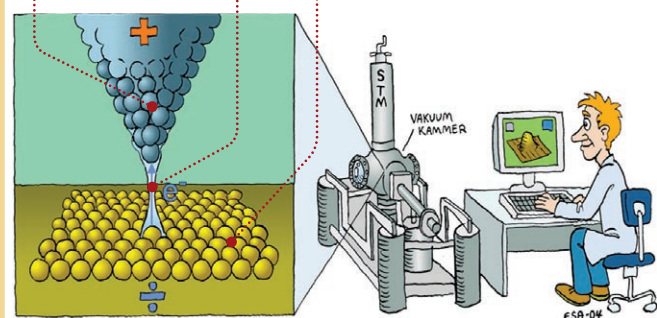
STM-mikroskopet scanner en overflade ved hjælp af en lille tip, der kører tæt henover overfladen på det, man vil undersøge. Det, man undersøger, skal kunne lede strøm. Når overfladen og tippen er så tæt på hinanden, kan strømmen faktisk løbe fra overfladen til tippen, uden at de rører hinanden. Man siger, at der løber en tunnelstrøm. Tunnelstrømmen afhænger af to ting, nemlig afstanden og spændingen mellem tippen og overfladen.

Du kan ikke holde din pegefinger i præcis den samme afstand til tastaturet hele tiden, men tippen bliver holdt i præcis den samme afstand til prøven ved at holde tunnelstrømmen og spændingen konstant. Hvis tunnelstrømmen bliver større, når man scanner, løftes tippen højere

Tunnelstrøm

Tip, som scanner

Materiale, man vil undersøge



En forsker, der bruger et STM-mikroskop. Her på siderne, kan du læse, hvordan det virker (illustration: Ebbe Sloth).

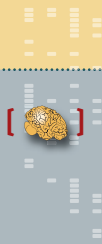
op, og hvis tunnelstrømmen bliver mindre, flyttes tippen længere ned.

Når spændingen er konstant, flytter tippen sig op og ned præcis i takt med de små ændringer, der er i overfladen på det, man undersøger. Og det er tippens bevægelser op og ned, der tegner et billede på Anders' skærm. Det svarer altså til, at din højre hånd tegner forskellen på mellemrum og knapper på tastaturet – helt nøjagtigt.

Som du kan regne ud, virker STM-mikroskopet kun, hvis det, man vil undersøge, kan lede strøm. Og det er det jo ikke alt, der kan. Derfor har nano-folkene på Århus Universitet en anden slags nanoskop. Det kan du læse om i boksen til højre.

Vidste du ...

... at vi skal helt op i størrelsesordenen 20.000nm, før det menneskelige øje kan se det, vi taler om?



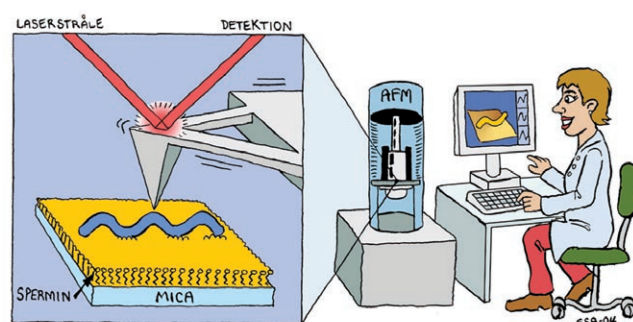
Atomart kraft-mikroskop

Et kig på de mindste elementer ved hjælp af atomare kræfter.

AFM-mikroskopet har en lille tip, der kører henover overfladen på det, der skal undersøges og tegner et højdebillede på computerskærmen. Ligesom STM-mikroskopet. Men det er ikke elektrisk strøm mellem de to elementer, man udnytter, når man scanner. Det er kraften mellem tippen og overfladen. AFM-mikroskopet kan scanne på to måder. Ved den ene metode kører tippen henover det, den undersøger, og rører ved det. Ligesom blinde, der læser blindskrift. Når AFM'et scanner på denne måde, trykker tippen på overfladen med en kraft, der svarer til ca. 1/200.000 af den kraft, en myg trykker med, når den står på jorden. Men selv denne kraft er dog stor nok til, at tippen kan ridse nogle overflader eller flytte rundt på små strukturer. Det vil sige, man risikerer at ødelægge det, man ser på. Derfor bruger man sommetider en anden metode, hvor tippen kører op og ned, mens den flytter sig fremad. På den måde undgår man at ridse eller skubbe rundt med ting på overfladen. Prøv at banke så hurtigt du kan med spidsen af din pegefinger i bordet, mens du flytter fingeren sidelæns. Det er sådan, det foregår.

Sådan virker det!

Tippen sidder for enden af en speciel stang, der hedder en cantilever. Tippen kører henover overfladen og bevæger sig lidt op og ned, alt efter højden på det, den undersøger. Laserstrålen, der rammer oversiden af stangen, bliver reflekteret op på to detektorer. Det er faktisk refleksionen af laserstrålen, der giver forstørrelsen. Prøv at lade sollyset ramme et spejl eller glasset på dit armbåndsur, og hold det, så du kan se refleksionen på væggen. Kan du for nemme, hvordan en lille bevægelse af armen giver en stor bevægelse af lyspletten på væggen? Det er det samme i AFM-mikroskopet. En lille ændring af tippen og stangens bevægelser giver en stor ændring i refleksionen af laserstrålen. Et computerprogram registrerer så signalet fra detektorerne og danner et billede af overfladen på skærmen.



En forsker, der bruger et AFM-mikroskop.
Læs herover, hvordan det virker (illustration: Ebbe Sloth).

Har du hørt om syreregn?



Det er ikke sikkert, du hører ret meget om syrerregn. Med hjælp fra nanoteknologi er vi nemlig ved at få bugt med problemet, der blandt andet førte til voldsom skovdød for få år siden.

Nedbør som regn eller sne, der har en pH-værdi under 6, kalder man »syreregn«. Den er sur! Det er faktisk ikke sikkert, du har hørt særligt meget om det. Det havde du helt sikkert gjort, hvis du gik i skole for ti år siden og havde biologi. I dag hører du mere om et andet miljø-problem: CO₂-udledning og global opvarmning.

For få år siden var syreregn et større problem, end det er i dag, og var blandt andet med til, at skovene rundt omkring i Europa havde det så dårligt, at man talte om »skovdød«.

Syreregn ødelægger nemlig træernes fotosyntese og udvasker jorden for de næringsstoffer, som træer og planter har brug for.

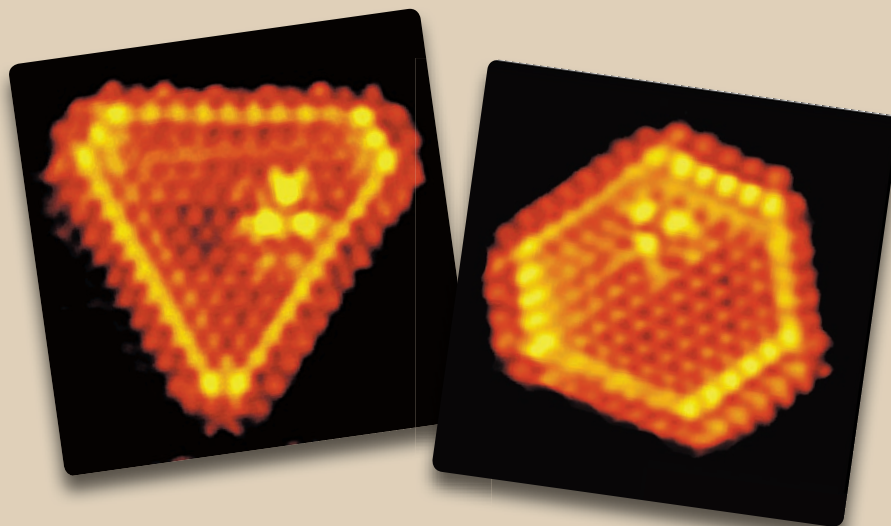
Olie fra undergrunden bliver til syreregn fra oven

Når vi henter olie op fra undergrunden, får vi også svovl med op. Det kan ikke undgås, da olie indeholder svovl. Svovlen bliver i olien, indtil olien bliver brændt af. På det tidspunkt frigøres svovlen. Hvis vi ikke fanger svovlen under forbrændingen, så stiger den til vejrs som luftart, som svovldioxid (SO₂). I atmosfæren reagerer svovlen med vanddamp – og bliver til syreregn. Og så har vi balladen. Eller havde.

Katalysator med nanopartikler

Der er nemlig sket det inden for de seneste år, at videnskabsmænd ved hjælp af nanoteknologi har forbedret den katalysator og den kemiske proces, der fjerner svovlet fra olien, før den bliver brugt som brændstof. Derfor er vi i dag langt bedre til at forebygge syreregn – og derfor hører du ikke helt så meget om det i biologitimerne længere. Det betyder desværre ikke, at problemet er væk. Mange steder i verden vil man i fremtiden være nødt til at bruge råolie, der indeholder langt mere svovl end det råolie, vi bruger i dag. Så for at undgå en ny omgang syreregn må videnskabsmænd forsøge at forbedre katalysatoren endnu mere.





Hvad er en **katalysator** – og hvordan fjerner den svovl?

Læs mere om katalysatoren, der sikrer os mod syreregn.

En katalysator er et stof, der får en kemisk reaktion til at foregå hurtigere. Stoffet indgår ikke i den kemiske reaktion – det øger »bare« tempoet. Man kan kalde det motoren i en kemisk reaktion. Eller et ekstra gear!

Samtidig kan katalysatorer også indvirke i en kemisk proces, så den foregår mere miljøvenlig. Det er på den måde, man har gjort store fremskridt mod syreregn, som du kan læse om på modsatte side.

Væk med svovlen

Man har i mange år vidst, at stoffet molybdendisulfid, MoS_2 , kunne bruges som en katalysator til at rense råolien for svovl.

Ved hjælp af nanoteknologi og et STM-mikroskop ved man nu mere om, hvordan MoS_2 klarer problemet. Derfor har man kunnet forbedre MoS_2 og rense råolie for svovl langt mere effektivt end tidligere.

Katalysatoren, altså MoS_2 , bliver hældt i store tanke, hvor man også fylder brint (H_2) og råolie i. Inde i tanken får MoS_2 svovlet i råolien til at reagere med brint. På den måde bliver svovlen fjernet fra råolien. Den bliver til svovlbrinte, som man kan opsamle og bruge til andre ting.

MoS_2 indeholder selv svovl. Det kan du se med S_2 -delen af navnet. Når MoS_2 kommer i kontakt med hydrogen i boksen, reagerer hydrogen og danner svovlbrinte.

I MoS_2 er der nu et tomrum, der hvor svovlatomet sad. Og nu sker der det smarte, at tomrummet tiltrækker et nyt svovlatom. Når oliemolekyler kommer forbi katalysatoren,

»trækker« den simpelthen svovlatomer ud af olien og hen i tomrummet. Det geniale ved systemet sker nu: Det svovlatom, der bliver trukket ud af oliemolekylet, reagerer også med hydrogen. Og på den måde er der igen en ledig plads til et svovlatom i katalysatoren – og sådan fortsætter det med at fjerne svovl fra olien. Smart, ikke?

En dværg-meter!



Da videnskabsmænd undersøgte MoS_2 i et nanoskop, opdagede de, at partiklerne i nanostørrelse er trekantede, og at det især er i hjørnerne og kanterne på nanopartiklerne, de »fanger« svovl. Ved en kemisk proces gjorde man partiklerne sekskantede fremfor trekantede. På den måde skabte man flere hjørner og gjorde katalysatoren endnu mere aktiv.

Derfor er det et utroligt spring for videnskaben, at vi i dag kan se ting i nano-størrelse. Det gør os i stand til at forbedre mange ting som for eksempel MoS_2 -katalysatoren. Og vi kan opfinde mange nye spændende og vigtige produkter. Det kan du læse mere om på de næste sider.

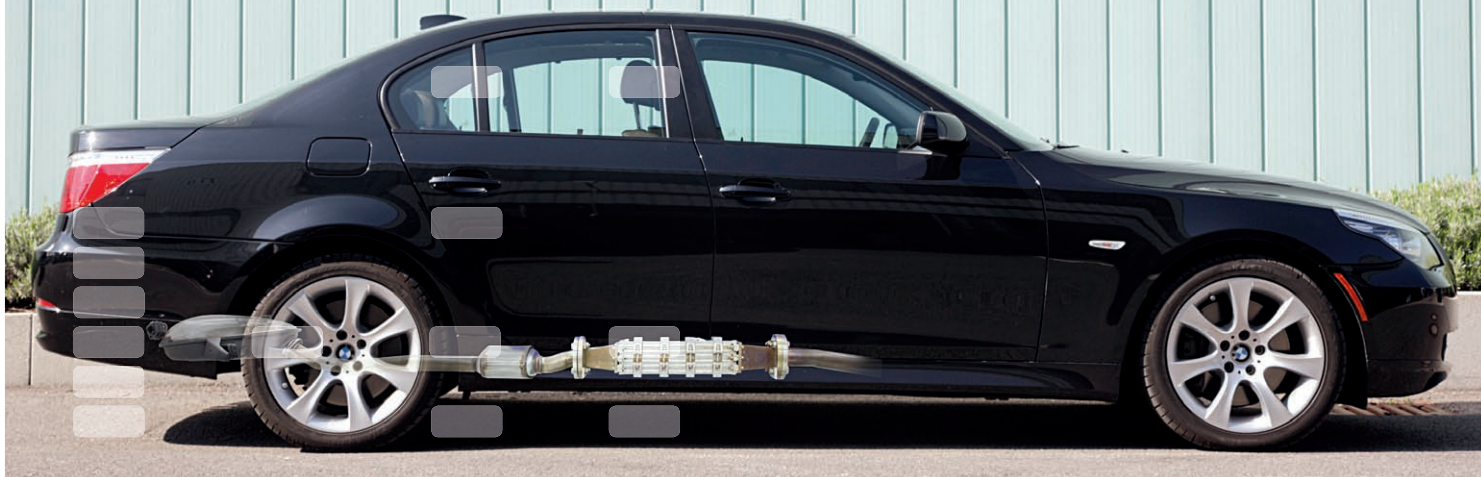
Vidste du ...



... at 4 atomer på række er ca. 1 nm lange?

Smarte biler med nanoteknologi

Varme bliver til strøm ved hjælp af nyt materiale.



Måske synes du nogle gange, det er spild af energi at vaske op, at støvsuge – eller måske at gå i skole. Selvom du godt ved, det ikke passer!

Alvorlig spild af energi foregår andre steder i vores dagligdag. Når din mor eller far henter dig i bilen fra fodbold, eller når I kører på sommerferie, bruger bilen en masse benzin. Det er både dyrt for dine forældre at købe benzin, og du ved sikkert også, at osen fra benzin og diesel forurener.

85 % er spildt

»Bilerne skal jo køre«, tænker du måske, og det er også rigtigt. Men det ærgerlige er, at kun 15 % af energien fra benzinen bliver brugt til at få bilen til at køre. Resten af energien – 85 %! – forsvinder ud i den blå luft som varmetab. Det er derfor, bilens kølerhjelme er så varme, når I har været ude at køre, og hvis du kan få din far eller mor til at åbne kølerhjelmene, kan du også mærke, at selve motoren er meget varm. Forestil dig, at du kunne suge varmen op og lave den om til strøm. Det kan man faktisk! Med nanoteknologi har forskere i Danmark nemlig fundet materialer, der omdanner varme til strøm. Materialer, der kan det, kalder man termo-elektriske materialer. Hvordan de virker, kan du læse mere om på den modsatte side. Først skal du lige se, hvad man kan bruge det til.

Forestil dig, at man pakker en bilmotor ind i et termo-elektrisk materiale. Det producerer så strøm, som driver bilens klimaanlæg, lys, radio og meget mere. På den måde sparer

man benzin, da bilen i dag bruger benzin for at producere strøm til alle disse ting. De første biler med et termo-elektrisk anlæg er faktisk allerede på markedet. Fx denne BMW!

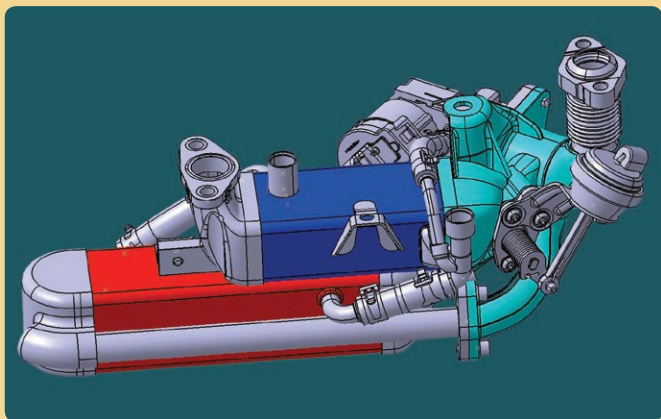


Rent spild

Morten er sur! Han har tanket 30 liter benzin til 375 kroner. Men ligesom dig er han lige blevet klar over, at 85 % af den energi, bilen producerer, når den brænder benzinen af, er rent spild. Og dermed forsvinder 85 % af de penge, han bruger, lige ud i den blå luft. Hvor mange er det i øvrigt?

Sådan virker thermo-elektriske materialer

Man kan producere strøm med elektroner, der flytter sig fra varme til kolde områder.



Model og foto af BMW-motor med thermo-elektriske materialer

Som du måske ved, er strøm elektroner, der flytter sig. Det foregår for eksempel gennem en ledning fra stik-kontakten til dit fjernsyn. Hvad du måske ikke ved er, at elektroner bevæger sig hurtigere, når de er varme. Er der varmt i den ene ende af et stykke metal, og koldt i den anden ende, farer elektronerne rundt, der hvor der er varmt. De kommer forbi den kolde ende, hvor de langsommere elektroner optager noget af energien fra de hurtigere. Elektronerne har så flyttet sig fra den varme side til den kolde side, men har ikke energi til at komme hjem til den varme ende igen. Denne vandring af elektroner fra den ene side til den anden betyder, at vi har lavet strøm.

En god og dårlig leder

De materialer, der producerer elektricitet via varmeforskel-le, kalder man thermo-elektriske materialer. Der er to særlige egenskaber ved et godt thermo-elektrisk materiale. Det skal være en god leder, der kan lede strømmen videre. Det skal med andre ord være nemt for elektronerne at drøne rundt og transportere energi.

Materialet skal samtidig være dårligt til at lede varme. Ellers er det svært at bevare en forskel i varme mellem to ender eller mellem inderside og yderside.

På jagt efter thermo-elektriske materialer

Ved hjælp af nanoteknologi kan man se de helt små detaljer i thermo-elektriske materialer. Man har fundet ud af, hvad det præcist er, der gør, at et materiale kan være en god elektrisk leder og samtidig en dårlig varme-leder. Man har fundet ud af, at materialerne danner små »bure« af krystaller, som er meget dårlige til at lede varme. Burene er kun mellem 0,5 og 1 nanometer store, men ved hjælp af nano-teknologi forbedrer forskerne burene, så de thermo-elektriske materialer bliver endnu mere effektive.

Vidste du ...

.... at computere er nanoteknologi?
De mindste dele i din computer er cirka 30 nanometer.



Her på siden kan du læse mere om, hvordan man på genial vis har forbedret solceller med nanoteknologi. Først er det dog en rigtig god idé at læse boksen på den modsatte side, der fortæller, hvordan en solcelle virker.

Solens energi i stikkontakten

Dyre og gode eller billige og knap så gode. Det er historien om solceller – indtil nu.

Du kender sikkert solceller. Måske har du endda nogle i tasken. De fleste lommeregner har en lille solcelle, der producerer strøm. Den virker fint – det kan du jo selv afprøve. Men den er lavet af stoffet silicium, og det giver to udfordringer. For det første er silicium meget dyrt og eftertragtet. Blandt andet fordi det er det samme stof, man bruger til at lave mikrochips til computere.

For det andet bruger vi meget energi, når vi fremstiller en silicium-solcelle. Ja, faktisk bruger vi så meget energi, at det tager solcellen 10 år at producere den samme mængde energi. Der er altså underskud på energi-kontoen i 10 år, og solcellen holder i cirka tyve år. Det er lidt et problem, at det tager den halvdelen af levetiden bare at tjene energien ind igen.

Desuden er solceller stadig så dyre, at de har svært ved at konkurrere med kul, olie og naturgas, som vi brænder af for at skaffe energi. Heldigvis er man på vej med meget mere effektive solceller – ved hjælp af nanoteknologi.

Sådan virker solceller

Solceller omdanner energi fra solens stråler til elektrisk energi. Den energi udnytter vi ved at koble solcellen til et elektrisk kredsløb. Lys består af fotoner, som er små pakker af energi. Blade på træer og buske optager energi fra lyset. Det er det, der hedder fotosyntese. De forskellige farver, der findes, er lys med forskellig bølgelængde. Når blade kan optage energien fra lyset, er det, fordi de indeholder farvestof-molekyler, der kan opsuge energien fra de forskellige lysbølger, altså de forskellige farver. Dog ikke fra grøn. De lysbølger kan bladene ikke opsuge, og de bli-

ver spredt tilbage igen. Det er derfor, bladene er grønne, når vi kigger på dem.

I nogle solceller bruger man farvestof-molekyler, ligesom bladene gør, til at opsuge energien fra lyset. Se på tegningen her ved siden af. Når farvestof-molekyler optager lysets energi, sker der det, at en elektron i farvestof-molekylet får ekstra energi. Elektronen hopper over i nanopartiklerne med sin ekstra energi.

Når elektronen kommer over i nanopartiklen bliver den nemt transporteret over til et kulstof-lag, som du kan se på tegningen. Den rejser fra nanopartikel til nanopartikel. Fra kulstoflaget kan vi tappe energien som strøm. På den

måde når energien ud i det kredsløb, der er tilsluttet solcellen. Nu har vi flyttet energi fra solens lysbølger til et system, der laver energien om til strøm.

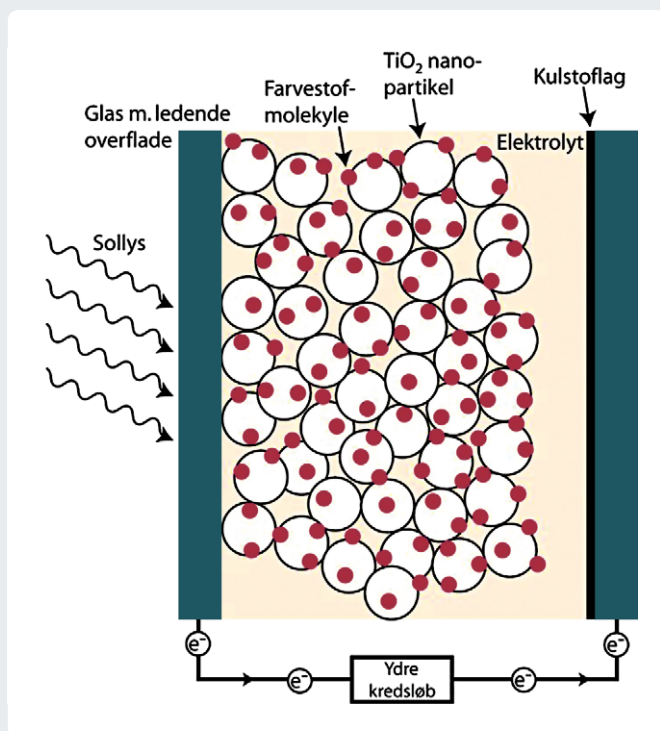
Men der skete jo det, at farvestof-molekylet sendte en elektron af sted med energi. Elektronen rejste via nanopartiklerne til kulstoflaget. Hvis det skal blive ved med at virke, skal der altså nye elektroner til.

Derfor har man tilsat en væske, man kalder en elektrolyt. Væsken indeholder ioner, der straks afgiver en elektron til farvestof-molekylerne, når de mangler en. Den nye elektron får også energi fra sollyset – helt ligesom den første – og hopper over i en nanopartikel for tilsidst at aflevere sin ekstra energi i kredsløbet. Her bliver den optaget i elektrolytten igen – og kan bruges endnu en gang. På den måde kører det i ring og virker igen og igen, så længe der kommer lys fra solen.

Den dyre og den billige solcelle

Fremtiden ser lys ud for solceller, for den billige er på vej til at blive meget mere effektiv ved hjælp af nanoteknologi

Det gode ved den dyre solcelle, silicium-solcellen, er, at den er god til at opfange de forskellige lysbølger. Den har altså mange forskellige farvestof-molekyler og kan optage meget energi. Men – den er meget dyr.



Grätzel-solcelle: Lyset rammer solcellen til venstre på tegningen. Ved hjælp af nanopartikler af titandioxid udnyttes lysets energi til strøm. Læs hvordan på denne side.

Videnskabsmænd har fundet et andet stof, der kan bruges til solceller som et alternativ til silicium. Det hedder titandioxid (TiO_2) og findes overalt – og er meget billigt. Her har nano-teknologi spillet en vigtig rolle. TiO_2 har nemlig ikke i sig selv de rette egenskaber, så man kan bruge det i en solcelle. Men ved at lave det til nano-partikler sker der pludselig det, at stoffet alligevel kan bruges. Igen – småt er anderledes. TiO_2 kan ikke opsuge nær så mange forskellige lysbølger som silicium. Derfor har man fundet på at tilsætte flere farvestof-molekyler til titandioxid. Se på tegningen. De lilla pletter er farvestof-molekyler.

På den måde har man fået gjort solceller med TiO_2 næsten lige så gode til at opsuge energi fra lys som silicium-solcellen.

Men der er andre fordele ved at bruge TiO_2 end prisen. Silicium-solcellen er ét lag af krystal, som opfanger lyset. Det har altså én overflade til at fange lyset, og skal man have meget energi ud af solcellen, fylder solcellerne altså rigtig meget, som du kan se på billeder overfor.

Mange overflader virker bedre

Videnskabsmanden Michael Grätzel fik den geniale idé at lave en solcelle af TiO_2 , hvor overfladen ikke var én glat krystal, men millioner af små nanopartikler af TiO_2 , der hver især har en overflade. Laget af de mange små partikler har tilsammen en meget større overflade end en glat krystal, ja, den er faktisk 1000 gange større. Derfor kan der være flere farvestofmolekyler, som sidder på overfladen af de mange partikler, og nu optager de næsten 100 % af sollyset. Simpelthen fordi der er så mange af dem! Se igen på tegningen: jo flere nanopartikler – jo flere farvestof-molekyler, der kan optage solens energi. Denne solcelle har fået navn efter opfinderen – man kalder den Grätzel-solcellen.

Et godt nano-eksempel

Grätzel-solceller er altså et rigtig godt eksempel, hvis man vil forstå nanoteknologi, og hvis man gerne vil have et eksempel på, hvad vi kan bruge det til. Uden et STM-mikroskop, som du kan læse om på side 8, kunne videnskabsmænd ikke undersøge, hvordan titandioxid-molekylerne ser ud, og så ville de ikke kunne forbedre solcellen. Lige nu arbejder man på at få farvestof-molekylerne til at binde sig så tæt som muligt til nanopartiklerne af titandioxid. Som du kan læse ovenfor, er det jo her, energien fra solen flyttes videre, så vi kan udnytte den.



Vidste du ...

... at nogle sommerfugle får deres flotte farver fra nanostrukturer på deres vinger?



Bukser, der aldrig bliver våde og altid er rene

Var det noget for dig?



Vanddråberne er kuglerunde på lotusblomstens blade – og kan rulle af uden at bladet bliver vådt.

Du kender det helt sikkert. Våde bukser, der klister sig fast til lårene, så de næsten er umulige at få af. Da du kørte i skole om morgenen, var det fint vejr og ingen skyer. Så har du fri fra skole og cykler hjem. Og så begynder det at regne. Det står faktisk ned i stænger, og du bliver fuldstændig gennemblødt. Øv!

Forestil dig så, hvis det ikke var helt almindelige bukser, du havde på. Forestil dig, at regndråberne rammer stoffet, men i stedet for at trænge ind og gøre både dig og bukserne våde så ruller vanddråberne bare ned ad bukserne og væk. Ligesom en sten ned ad en bakke. Smart, ikke? Og den gode nyhed: Den slags bukser kan man producere ved hjælp af nanoteknologi.

Kan vi kravle på vægge om få år?

Forestil dig, du er Spiderman på vej op ad et højhus. Måske bliver det muligt en dag. Ligesom med lotusblomstens overflade er der andre fantastiske ting, vi opdager ved at studere dem i et nanoskop. En gekko kan kravle rundt på vægge og loft, som det passer den. Det viser sig, at den benytter nanoteknologi! Den ved det bare ikke.

På hver fod har den fem tæer. På spidsen af hver tå sidder der 1.000.000 små hår. Hvert hår har 1000 små toppe. Der findes en kraft, der hedder »van der Waals kraften«. Det er en kraft, der virker, når to ting er meget, meget tæt på hinanden. Og selv da er kraften relativt lille. Vi kan for eksempel ikke løfte en blyant, bare ved at fingeren kommer meget tæt på – men kraften er der alligevel. Fordi gek-

Lotus-effekten

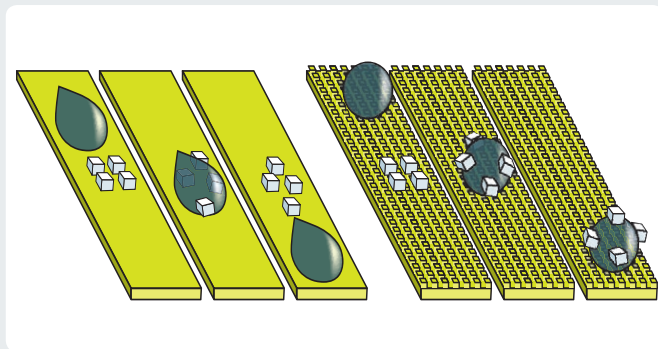
Det, at vanddråben ikke trænger ind, men bliver på overfladen og ruller væk, kalder man »Lotus-effekten« efter lotus-blomsten.

Lotus-effekten betyder ikke bare, at regndråben ruller væk. Den samler også skidt op, mens den ruller, og der ved holder den lotus-bladet pænt og rent. Selv i et mudret område, hvor jord plasker op, kan du finde en helt ren og smuk lotusblomst.

Kan du se mulighederne? Slut med våde bukser og tøjvask, som vi kender det, hvis man kopierer lotus-effekten.

Videnskabsmænd kopierer naturen

Nu tror du måske, at vandet ruller væk fra lotus-bladet, fordi det er helt glat? Det troede forskere også i mange år. Men det er faktisk stik modsat. Ved at undersøge lotus-bladet med et nanoskop har man fundet hemmeligheden. Bladet har en meget ru overflade med mange toppe og er slet ikke glat. Toppene er bare små – meget små. Når vand rammer en overflade, vil det gerne »sprede sig ud«



Vanddråber, der er runde som kugler samler skidt op på deres vej, når de ruller væk. Det kræver en helt speciel overflade.

Vidste du ...



... at gekkoens evne til at hænge fast i loftet er så stærk at gekkoen kunne veje over 150 kg – Uden at falde ned!

over overfladen. Men fordi lotus-bladet består af så utrolig mange små toppe, er der ikke en overflade, der er stor nok til, at vandet kan sprede sig. Derfor bliver vanddråben liggende som en kugle på toppen. Og fordi det er en kugle, så ruller den og samler skidt op på vejen. I det øjeblik vanddråben ruller henover skidtet, har skidtet mere kontakt til vandet end til bladets små toppe, og derfor hænger det fast på dråben og ikke på bladet.

Nu tænker du måske, at det egentlig er det samme, som hvis du hælder vand ud over hånden og lader det løbe ned ad fingrene for at skylle snavs væk. Men når du gør det, så er det ikke en kuglerund vanddråbe, der ruller ned ad din hud. Fordi vandet gerne vil sprede sig ud, og fordi din hud ikke består af alle disse helt små toppe, bliver vandet en aflang vanddråbe, der nærmest glider af sted. Og den glider henover det mindste skidt og snavs uden at samle det op. Det er derfor, du er nødt til at skrubbe, når du vasker fingre.

Forskere prøver i disse år at kopiere lotusbladets geniale system med de mange små toppe i nanostørrelse. Og når det lykkes, kan det altså være slut med våde og beskidte bukser!

Lotus-bladet er et perfekt eksempel på, at »små er anderledes«!

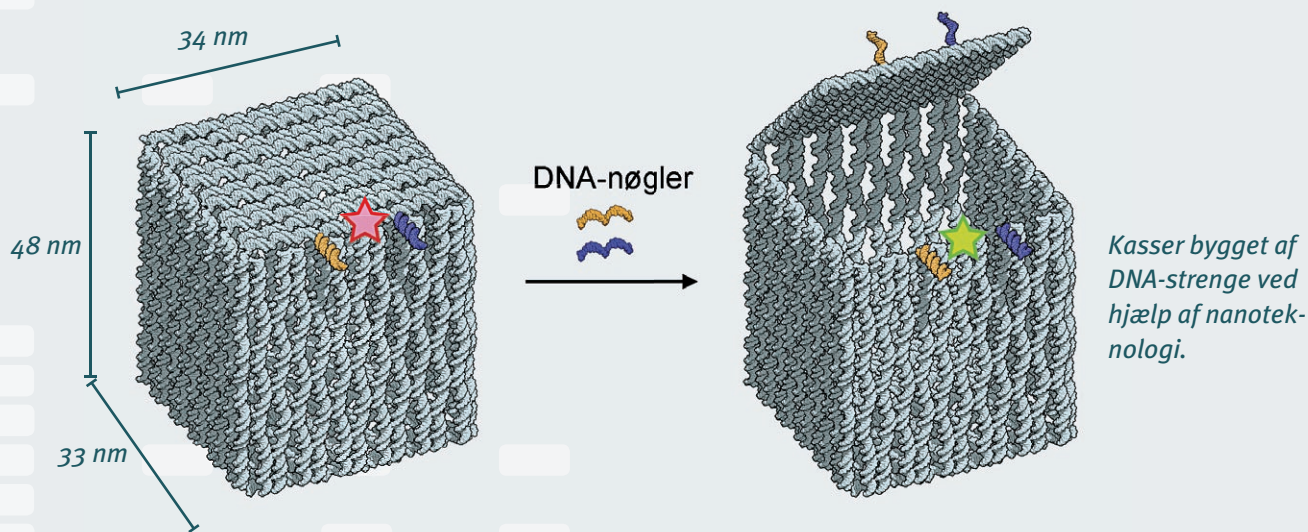
koen har 1.000.000 små hår med hver 1.000 små toppe, ja så er der altså i alt 1.000.000.000 enkelte steder, hvor der er kontakt – bare på hver tå! Og så er kraften så stærk, at man faktisk kunne hænge mere end 100 kilo på gekkoen, uden at den ville falde ned.

Hvis man ved hjælp af nanoteknologi kan lave en dragt eller et par støvler, der kopierer gekkoens geniale system, så kan mennesker altså kravle eller gå op ad lodrette vægge.

Ligesom med lotus-blomsten er gekkoen et godt eksempel på de utrolige muligheder, der åbner sig, når vi studerer naturens fænomener og forsøger at kopiere dem ved hjælp af nanoteknologi.



Forestil dig, at din mor og far har bestemt, at I skal have bygget et nyt hus. I tegner det på et stykke papir, scanner det og bruger et computerprogram. Det fortæller jer præcis, hvor mange mursten, vinduer og meget andet I skal bruge. Ikke nok med det. Bagefter roder I alle materialerne sammen i en kæmpe bunke – og så bygger huset helt sig selv. Det er noget i den stil, du kan læse om her på siderne!



Når voksne leger med byggeklodser



Forskere bygger med DNA-strengene ved hjælp af nanoteknologi.

Du har helt sikkert hørt om DNA. Din biologilærer har måske fortalt om det, og ellers kender du det fra film og tv-serier, hvor politiet med hjælp fra DNA-beviser får ram på forbryderne.

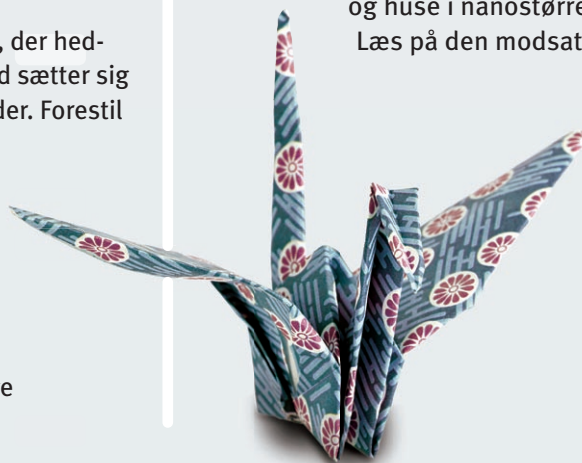
På den måde er DNA noget, man kan finde og kigge på og undersøge. Men nu kan videnskabsmænd bygge med DNA-strengene. Det hedder DNA-origami og er noget af det hotteste inden for nano-teknologi.

Selvsamling

Hemmeligheden bag teknikken er et fænomen, der hedder »selvsamling«. DNA er så smart, at det altid sætter sig sammen med andet DNA på helt bestemte måder. Forestil dig, at alle delene i din computer ligger hver for sig i en bunke. Nu tager du alle delene, putter dem i en pose og ryster. Så åbner du posen igen, og ud hiver du en færdig og brugbar computer. Den har samlet sig selv! Det er det, man kan gøre med DNA-strengene. Kunsten er »bare« at finde ud af, hvilke DNA-strengene man skal bruge for at bygge en bestemt figur.

DNA-origami

Teknikken kalder man DNA-origami efter den japanske kunstart origami, hvor man folder utrolige figurer af ét stykke papir uden brug af saks og lim. De første DNA-origami forsøg lykkedes i 2006 med to-dimensionale figurer, netop lavet af én lang DNA-streng sat sammen med en masse mindre. Det nyeste gennembrud er sket i Danmark, hvor forskere nu kan folde i tre dimensioner. Det vil sige, at de kan tage DNA-materiale, og så kan de bygge rummelige figurer som for eksempel kasser og huse i nanostørrelse. Det lyder utroligt! Læs på den modsatte side, hvordan det foregår.



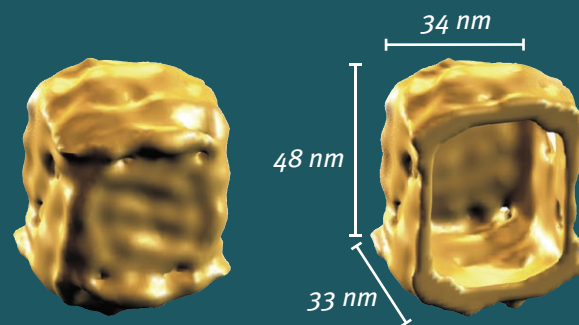
DNA-byggepladsen

Det er mere kompliceret end LEGO og kræver hjælp fra computeren, når man bygger med DNA.

Det er lykkedes to danske forskere at folde tre-dimensionale figurer med DNA-streng. DNA er simpelthen blevet til byggeklodser. Forskerne bruger én lang DNA-streng og tilsætter en masse små DNA-stykker, som kun kan sidde på en bestemt måde på den lange streng. Når den lange streng og de mange korte bliver blandet, så folder de sig derfor helt automatisk sammen på en bestemt måde. De to forskere har lavet et computerprogram, der kan regne ud, hvilke og hvor mange af de små stykker DNA de skal bruge, hvis de for eksempel vil have den lange streng til at folde sig sammen til en kasse. Det er næsten umuligt at regne ud i hovedet, hvilke små stykker man har brug for, fordi det er et meget kompliceret regnestykke. Computerprogrammet er så smart lavet, at hvis forskerne ønsker at lave eksempelvis en firkant, så regner programmet baglæns og fortæller, hvilke små DNA-stykker man skal bruge for at få den lange streng til at folde sig på den rette måde.

DNA fra syge celler låser op

Kassen på tegningen øverst til venstre er foldet af én lang DNA-streng fra et virus. Man har tilsat præcis de rette små DNA-stykker, der gør, at den lange streng selv samler sig sammen til en kasse. Og nu kommer det allersmarte. Kassen er lavet med en lås. Låsen er lavet af to DNA-streng, der hæfter sig sammen og holder kassen lukket. Men hvis låsen møder en DNA-nøgle, kan de to strenge i låsen skubbes væk fra hinanden og dermed åbner kassen. Kan du se fidusen? Hvis man putter et medicin-molekyle i kassen, og så laver låsen, så det kun er DNA fra celler med en



bestemt sygdom, der kan låse op, så kommer medicinen det helt rigtige sted hen. Når kassen støder på syge celler med den rette DNA, så springer låsen op. Ud ryger medicinen og går straks i kødet på de syge celler. Den slags smarte aflevering af medicin vil være et kæmpespring for medicinal-videnskaben. Én ting er at finde medicin, der virker. Det er lige så stor en udfordring at få medicinen det rette sted hen i kroppen. Det kan du læse meget mere om på de næste sider.

DNA samler sig selv

DNA samler sig selv på helt bestemte måder. DNA-strengene består af en række komponenter. Man har valgt at give dem bogstaver for nemheds skyld. Disse komponenter vil altid sætte sig sammen på en bestemt måde: »A« vil altid sætte sig sammen med et »T«, og »G« vil altid sætte sig sammen med et »C«. På den måde kan man altså få DNA til at samle sig selv på bestemte måder, hvis man »bare« kan regne ud, hvilke bogstaver man skal bruge, og dermed hvilken slags DNA-streng, man skal blande.



DNA-helix.

Vidste du ...

... at man bruger DNA fra et virus, når man bygger med DNA? Det er nemlig meget billigt og nemt at lave. Og bare rolig – selvfølgelig har man valgt et virus, der ikke er farligt!



Nano-medicin

Som du kan læse om på de to forrige sider, er det ikke altid den største udfordring for læger og forskere at opfinde den rigtige medicin. Nej, det sværeste kan være at få medicinen det rigtige sted hen. Kroppen er nemlig noget af en fæstning! Læs mere her på siderne om, hvordan man bruger nanoteknologi til »medicin-smugling« og narrer kroppens forsvar.

Sådan snyder man kroppens forsvar

Menneskets krop er en borg designet til at holde virus og andre skadelige ting ude. Men bliver man syg, kan det desværre også være svært for medicin at komme ind ad porten. Heldigvis kan man snyde kroppens forsvarsværker og smugle medicinen ind. Det foregår med nanoteknologi.

Kroppen har et stærkt forsvar. Lidt for stærkt nogle gange. Det er så effektivt, at det kan være svært for medicin at trænge ind i kroppen og nå frem til de syge celler. For eksempel er der nærmest en mur rundt om hjer-

nen, som vi kan kalde »blod-muren«. Det rigtige navn er »blod-hjernen«. Denne »mur« sørger for, at det kun er det, hjernen har brug for, der slipper ind.

I lungerne har vi masser af slim. Af den gode slags. Det fanger alt det, som helst ikke skal være i lungerne, og transporterer det op og via svælget ned i maven.

Medicin ingen adgang

Blod-muren i hjernen og slimet i lungerne er gode eksempler på, at det kan være svært for medicin at trænge ind til de syge celler. Medicin kan nemlig blive afvist af blod-muren, og det kan have meget svært ved at trænge igennem slimet i lungerne og ind til cellerne. I tynd- og tyktarmen er



Menneskekroppen er som en fæstning. Den er svær at trænge ind i for uønskede gæster.

Vidste du ...

... at princippet i drug delivery er skildret i filmen »The fantastic Voyage« fra 1966, hvor forskere i en formindsket ubåd, forsøger at fjerne en blodprop i en kendt forskers krop, alt imens de skal undgå at blive angrebet af immunforsvaret?



situationen den samme som i lungerne. Der er et lag slim, som forhindrer, at stoffer, kroppen ikke har brug, bliver optaget i blodet. Også her kan det være svært for medicin at trænge ind.

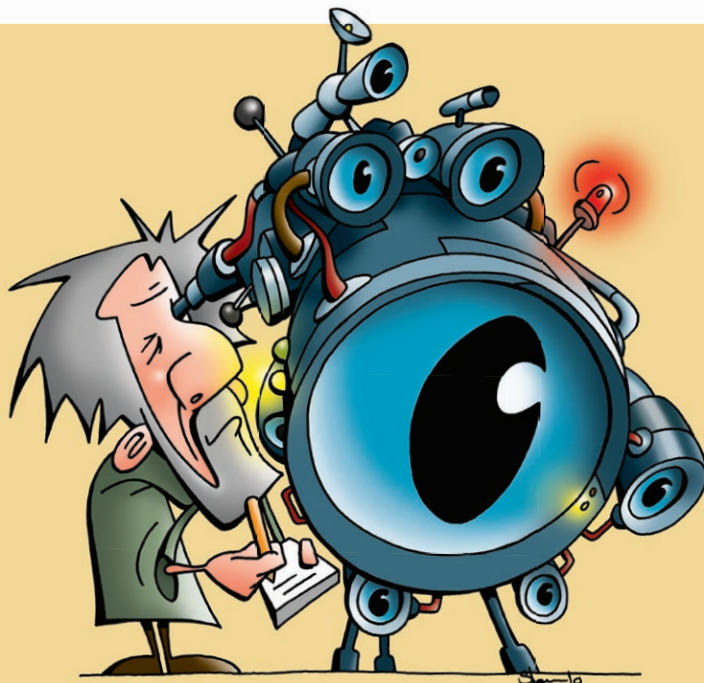
Nanopartikler sniger sig ind

Læger, fysikere, biologer og mange andre samarbejder for at opfinde nanopartikler, der kan pakkes rundt om medicin og smugle det ind i kroppen. Nanopartikler har den fordel, at de nemmere bliver optaget – simpelthen fordi de er så små.

Den ene metode, man bruger, er fedt-molekyler i nano-størrelse, der samler sig i en klump til en »fedtdråbe«. Lidt ligesom den I kan se, hvis I hælder en smule olie i et glas vand. Det er lykkedes for forskerne at pakke medicin ind i sådan en fedtdråbe. Og det er smart, for kroppen har brug for fedt. Den kender fedt og slipper det gerne igennem por-ten. Selvom fedtdråben er ret lille, ja faktisk kun 400 nano-meter, så kan den indeholde nok medicin til at kurere sygdomme.

Snyde-sukker

Olie er altså en måde at smugle medicin på. En anden måde er ved at bruge sukker. Danske forskere har udviklet nanopartikler af et helt særligt sukkerstof, der består af lange sukker-kæder. Sukkerkæderne er positivt ladede, og derfor vil de gerne finde sammen med molekyler, der er negativt ladede. Forskerne har opfundet en ny type medicin, der er negativt ladet, og så sker der det smarte, at sukkeret og medicinen sammen danner partikler i nano-størrelse. Når nanopartiklerne møder kroppens forsvar, får de fri adgang, for kroppen har brug for sukker, og cellerne lukker derfor partiklerne indenfor. Inde i cellerne sker der nu det, at nanopartiklerne bliver skilt ad igen. Sukker og medicin glider fra hinanden, og på den måde er medicinen nået frem til sit mål.



Nanopartikler på jagt!

Nanopartikler kan ikke blot bruges til at smugle medicin ind i kroppen. De kan også bruges til at opdage sygdomme meget tidligt, og det giver større chancer for helbredelse.

Der er især to gevinster, når man forsker i at smugle medicin ind i kroppen med nanoteknologi. Den første gevinst er overhovedet at få medicinen optaget i kroppen. Det kan du læse om i artiklen på den modsatte side. Man snyder medicinen ind ved hjælp af nanopartikler. Og særlig smart er det, at nanopartiklerne kan laves, så de kun åbner sig og slipper medicinen ud, når de møder og genkender bestemte sygdomme. Dermed havner medicinen ikke forkerte steder og medfører derfor ikke bivirkninger.

En anden gevinst ved dette er, at man kan bruge teknologien til at opdage og finde de syge celler. Man kan sende nanopartikler ind i kroppen – uden medicin. Hvis partiklerne er lavet, så de kun reagerer på én bestemt slags syge celler, og hvis man samtidig har lavet dem, så man kan spore dem, så kan man finde og opdage sygdomme langt tidligere end i dag. Og det betyder en verden til forskel, at man finder de alvorlige sygdomme i et tidligt stadie, hvis man skal redde de mennesker, der lider af dem.

Forskerne er godt på vej med denne metode, hvor de bruger små nanopartikler af jern, som de kan følge rundt i kroppen.

Nano – er det farligt?

Overskriften er noget vås. Nano er en måleenhed. Den betyder 1.000.000.000-del. Det er svært at slå nogen oven i hovedet med en centimeter, og lægen vil nok undersøge dit hoved, hvis du hævder, du er blevet overfølsom over for en liter.

Husk på, at nano er en måleenhed, og at nanoteknologi er en videnskab, der arbejder med ting i nano-størrelse. Hverken nano eller nanoteknologi er altså farligt i sig selv. Men nano-partikler kan være skadelige for mennesker og miljø, og det er vigtigt, at forskere holder et vågent øje med brugen af nanopartikler. For småt er anderledes, og småt kan være farligt. Det kan du læse mere om her på siderne.



Er det farligt – og kommer vi i kontakt med det?

Der er to spørgsmål, der skal besvares, når man tester, om materialer med nanopartikler er farlige for mennesker.

Der bliver flere og flere produkter på markedet, som indeholder nanopartikler. Det er produkter, som du og dine klassekammerater kan gå ud og købe i dag. Sminke med nanopartikler, solcreme med nanopartikler, cykler og tennisketchere med nanopartikler og mange andre produkter.

Det er smart. Solcremen bliver bedre til at afvise solens skadelige stråler, og tennisketcheren og cyklen bliver stærkere og mere holdbar – og vejer mindre.

Test er nødvendigt

Fordi produkter med nanopartikler bliver mere og mere almindelige, er det vigtigt, at man undersøger, om de kan være skadelige. For det kan de. Undersøgelser har vist, at visse nanopartikler kan være skadelige, eksempelvis for lungerne. Små partikler kan trænge ind i vævet via luftvejene og give alvorlige sygdomme. Det har man fundet ud af ved at teste på mus. Men hvis ikke disse nanopartikler findes i luften, men er indkapslet i et materiale, så kommer de ikke ned i vores lunger og gør skade. Hvis partiklerne slet ikke er farlige, men ganske harmløse, kan vi ligefrem udnytte, at de nemt bliver optaget i kroppen. På side 20 kan du læse om, hvordan man smugler gavnlig

medicin forbi kroppens forsvarsværker med nanopartikler af fedt.

Videnskabsmændene har altså to opgaver. De skal både finde ud af, om nanopartikler af et bestemt stof er farlige, og de skal finde ud af, om og hvordan vi kommer i kontakt med partiklerne.

Afløbsrens er også farligt

Hvis nanopartikler viser sig at være farlige, men hvis det er umuligt for mennesker at komme i kontakt med partiklerne, så kan de altså godt anvendes og gøre gavn.

Hvis det viser sig, at de er farlige, men mulige at komme i kontakt med, så kan de stadig anvendes, hvis man rådgiver om brugen. Afløbsrens er effektivt, hvis afløbet er tilstoppet. Det er temmeligt usundt at drikke det. Men det er jo heller ikke meningen med afløbsrens, og vi bruger det alligevel. Man advarer kraftigt på flasken om, hvordan man bruger det, man sætter børnesikker prop på, og man fortæller folk, hvordan de bør opbevare det og så videre. Man behøver altså ikke forbyde noget, fordi det er farligt, men det er meget vigtigt, at vi ved noget om det, så vi kan advare og rådgive dem, der skal bruge det.

Hvad så – alt i alt?

Som du kan regne ud, kan brugen af nanopartikler gavne på en helt masse områder, men det kan også skade. Derfor er det vigtigt, at der er forskere, der følger udviklingen meget tæt, og forsøger at måle, hvor farlige og skadelige nanopartikler er. Men det er lige så vigtigt hele tiden at overveje, hvor sandsynligt det er, at vi overhovedet kommer i kontakt med partiklerne. Hvis vi på ingen måde bliver udsat for dem, er der ingen risiko. Hvis de er giftige eller farlige for os og samtidig rigtig gode til at løse en række problemer, så kan de godt bruges, så længe vi sikrer os, at vi ikke kommer i direkte kontakt med dem. Der er der ingen forskel mellem nanopartikler og alle mulige andre hjælpemidler, vi bruger i hverdagen.

Vidste du ...

... at du spiser nanopartikler hver dag?
Mælk indeholder bl.a. fedtpartikler på cirka 100 nm.



Det vigtigste er, at forskere hele tiden holder øje med produkter og nye former for nanopartikler og holder de to kriterier op imod hinanden. Er partiklerne farlige – og kommer vi overhovedet i kontakt med dem.

Måder vi kan komme i kontakt med nanopartikler på

På tegningen kan du se, hvordan vi kommer i kontakt med nanopartikler på forskellige måder. De behøver ikke komme ind i kroppen for at blive optaget. Nogle kan optages gennem huden.

Nanopartikler kan være farlige – alene fordi de så nemt kan optages i kroppen, og det er meget vigtigt, at forskere holder godt øje med udviklingen og brugen af nanopartikler. Som du kan læse i resten af dette magasin, giver nanoteknologien en helt masse nye og fantastiske muligheder. Men altså også en række farer.



Der er flere måder, vi kan komme i kontakt med nanopartikler på. Via huden, ved at indtage dem eller via luftvejene.

Nano – hvad er det?

Det er et godt og meget relevant spørgsmål – find svaret i dette undervisningsmagasin fra iNano på Aarhus Universitet.

Magasinet henvender sig til folkeskolens ældste klasser og på hjemmesiden www.hvadernano.dk kan der hentes gratis elevopgaver og lærervejledning.



ISBN 978-87-7090-476-6



9 788770 904766 >



Udgivet i samarbejde med



TURBINE

