

Små enheder med store perspektiver

En ny spændende forskningsdisciplin – nanovidenskab – har fået sit eget center på Københavns Universitet. Forskningsprofessor Thomas Bjørnholm står over for store udfordringer som nyudnævnt centerleder for «Centret for Nanovidenskab», hvor nanokemi og nanofysik forenes for første gang

Af *Katrine Meyn, km@techmedia.dk*



Thomas Bjørnholm

2001: Leder af Center for Nanovidenskab ved KU
 2000: Forskningsprofessor i materialekemi, KU
 1997: Visiting Professor, University of Texas at Austin
 1992: Fastansat som lektor på Kemisk Institut, KU
 1990: Ansat som forskningsassistent, KU
 1990: Ph.d., KU
 1988-89: Postdoc, Department of Physics, University of California, San Diego
 1986: Cand.scient. i kemi, KU

Under min samtale med Thomas Bjørnholm, en af Danmarks førende eksperter inden for nanokemi, bliver jeg hurtigt klar over, at nanovidenskab er en forskningsfront, hvor der sker en masse. Nanovidenskab dækker materialer og strukturer med størrelsen 1-100 nm – og det er en ung disciplin med store praktiske muligheder. Ultra-hurtige computere, diagnosticering på køkkenbordet og bedre dosering af lægemidler er nogle af de bud, forskerne har på fremtidige anvendelsesmuligheder. At der er gang i området illustreres af, at Nobelpriserne i både kemi og fysik i 2000 blev givet for opdagelser som har relation til nanovidenskab.

De helt store konkrete gennembrud ligger nok ikke lige om

hjørnet, men det er en stor »legeplads«, hvor hver ny opdagelse kan vise sig at få vidtrækkende betydning.

Området er i høj grad tværvideenskabeligt med eksperter inden for materialer, kemi, halvledere, teoretisk fysik og meget andet. Det er bl.a. det, der har betydet, at Thomas Bjørnholm er blevet bedt om at samle de aktiviteter, der er på Københavns Universitet inden for nanovidenskab – dvs. nanokemi og nanofysik og med tiden biologi.

Thomas Bjørnholm er uddannet inden for både fysik og kemi og er derfor et naturligt bindeled mellem de forskellige discipliner.

- Nanovidenskab er et nyt forskningsområde, hvilket gør opgaven ekstra spændende – og jeg forventer da også, at sammenlægningen af aktiviteter vil give væsentlige forsknings- og undervisningsmæssige nyskabelser, fortæller han entusiastisk.

- I praksis skal nanokemigruppen kobles med nanofysik- og røntgengruppen m.fl. Universitetet har huset os i bygning D på HCØ, og vi er i fuld gang med at indrette »Centret for Nanovidenskab«.

- Ud over forskning er det vores opgave at udvikle Danmarks første uddannelse inden for nanoteknologi. Den er i øjeblikket på tegnebordet og skal efter planen starte i 2002. Den har været igennem 1. behandling i studienævnet, fortæller Thomas Bjørnholm videre.

Sammensmeltning af fysik og kemi

Thomas Bjørnholm har en kombineret baggrund i kemi og fysik fra Københavns Universitet.

- Oprindeligt lå min hovedinteresse inden for fysik. Men siden blev jeg fænget af kemi. Kemi er fuld af luner, den er uforudsigelig og spændende. I praksis betød det, at jeg begyndte at studere organisk kemi sideløbende med fysik, og jeg tog eksamen med hovedfag i organisk kemi suppleret med en del kurser inden for faststof-fysik. Siden tog jeg min ph.d.-grad i materialekemi, som sådan set er en sammensmeltning af de to fag.

I slutningen af min ph.d. tog jeg et år til til San Diego, USA. Det er nok det mest fantastiske år, jeg har haft som forsker. Pga. opdagelsen af superledning i uorganiske oxider i 1986 var alt simpelthen ren eufori. Jeg mindedes den tid så sent som i går, da der gik rygter om, at der er fundet superledning ved 60°C.

Da jeg kom tilbage til Danmark, blev jeg af Klaus Bechgaard bedt om at starte en Langmuir-film aktivitet ved CISMI (Center for Interdisciplinary Studies of Molecular Interactions).

Langmuir-teknikken handler om at udnytte vandoverfladen til at strukturere materialer. Det har jeg nu arbejdet med de sidste ti år med det mål at udvikle organiske materialer til elektronik. Behovet for stadig hurtigere elektroniske komponenter til computere har gjort dette område til et interessant alternativ.

Store perspektiver i nanovidenskab

En af centrets første opgaver er at udnytte den tværfaglige viden, der allerede er opnået i hhv. nanofysik- og nanokemi-gruppen. Fysikerne kan manuelt placere en enkelt molekylær transistor mellem to elektroder, og kemikerne kan få mange elektrisk ledende molekyler til at samle sig selv.

- Kombinerer vi disse eksperter, kan vi måske udvikle selvsamlende nanoskopisk kvanteelektronik, siger Thomas Bjørnholm engageret. Derved kan vi lære om de grundlæggende regler for selvorganisering af nanoskopiske strukturer og samtidig forstå strukturernes elektroniske egenskaber.

- Der er to typer af organiske materialer til elektronik: - Den ene type er kendt og veldefineret, og den er allerede tæt på kommerciel produktion. Det drejer sig om brugen af organiske polymerer til halvledere. Af produkter kan nævnes elektroniske prismærker, flade computerskærme ja, faktisk alle former for billig, »low cost«, »low tech«, »high volume«-produkter. Et firma som Philips ønsker f.eks. at producere flade computerskærme af plast.

- Den anden type er stadig på grundforskningsniveau. Det er hovedmålet at erstatte siliciumbaseret elektronik med selvorganiseret organisk elektronik. Det skal gøres ved at udvikle og udnytte de selvorganiseringsmekanismer, vi allerede kender fra biologi og kemi. Cellemembraner og DNA-strukturer er eksempler på systemer, der har organiseret sig selv på nanoskala. Men der er masser af praktiske problemer, der skal løses, før vi når så langt. Før vi kan styre nanoskopiske objekter i bestemte arrangementer, skal vi kunne styre de svage intermolekylære kræfter, som binder enhederne sammen, fortæller Thomas Bjørnholm.

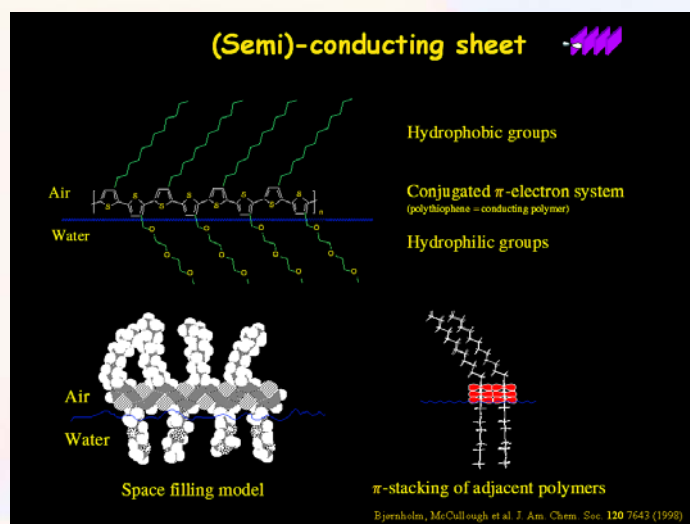
Hydrofobe-hydrofile vekselvirkninger

- Min gruppe er specialiseret »elektroniske« polymerer, dvs. lange konjugerede π -elektronsystemer som Langmuir-film. Vi studerer bl.a. hydrofobe-hydrofile vekselvirkninger. Det er lykkedes os at vise, at elektroniske kredsløbs-elementer, ved at udnytte den hydrofobe effekt, kan trækkes direkte ud af en opløsning. Tager man et lipid, der danner membraner, og hælder det ud over en vandoverflade, dannes et velorganiseret monolag, hvor alle hydrofile ender stikker ned og hydrofobe op (figur 1). Det kan udnyttes ved at indsætte elektroniske enheder, der orienteres på vandoverfladen. På den måde får vi indbygget elektroniske egenskaber i fedtmolekylet. Resultatet er en membranlignende vandoverflade, som kan lede elektrisk strøm. Vi har indtil nu lavet den bedste elektrisk ledende membran man kender.

Fremover er det tanken at bruge vandoverfladen som todimensional reaktionsbeholder, hvor nanostrukturer kan studeres og manipuleres. Vi vil f.eks. prøve at kode nano-transistorer, så de selv kan fange deres tillædninger - og på den måde fås en kredsløbsagtig enhed, der samler sig selv.

Enzymatisk nedbrydning af lipidmembraner

Et andet hovedprojekt har været, bl.a. i samarbejde med Novo Nordisk A/S, at undersøge fedtspaltende vaskeenzymmer. Vha. AFM (Atomic Force Mikroskopi) viste vi, at man kan studere kinetikken af den enzymatiske nedbrydning af lipidmembraner og de strukturelle ændringer som hydrolysen medfører på nanometerskala. Det ses direkte i AFM-billedet, hvordan fedtet nedbrydes (figur 2).



Figur 1.

Nanorør som transistorer

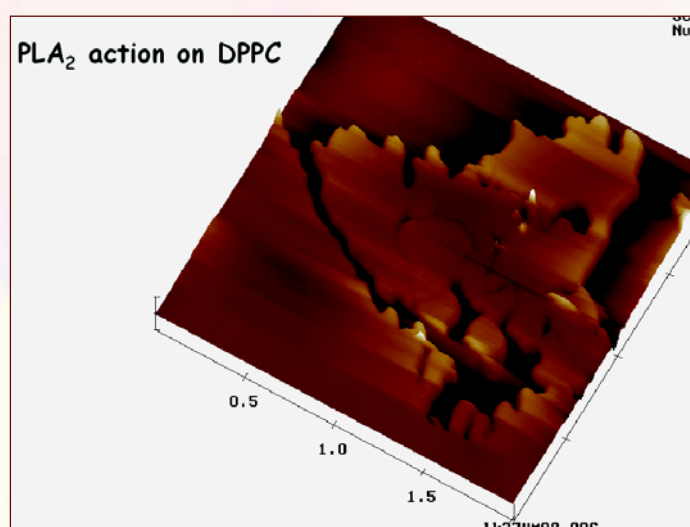
Fysikerne i Centret for Nanovidenskab arbejder blandt meget andet med kulstof-nanorør.

- Arrangeres nanorør i den rigtige position mellem to elektroder, opnås der utrolige egenskaber, idet nanorøret så bl.a. kan fungere som en transistor. Problemet er, at man skal være heldig og omhyggelig for at få placeret et nanorør i den rigtige position mellem elektroderne. Det er en stor udfordring for os som kemikere, at se om vi kan udvikle en kemisk metode til at flytte et nanorør fra et sted til et andet, fortæller Thomas Bjørnholm.

- Ved at lave en slags kunstig receptor - et hult rør - som samler sig selv om nanorøret, vil det komme til at ligne en micelle. Så kan man håbe på, at man bryder de stærke kræfter, der binder nanorørene sammen, hvorved de gøres helt uopløselige.

- Det er alle disse nye uafprøvede muligheder, der er så fascinerende ved nanovidenskab. De uendelige muligheder, der ligger og venter i grænseområdet mellem kemi, fysik og biologi, slutter Thomas Bjørnholm.

Interesserede kan høre Thomas Bjørnholm den 26. april på mødet »Design and modelling of nano-materials«, se side 43.



Figur 2. Nanoskala-afbildning af Phospholipase A2's nedbrydning af en kunstig lipidmembran fremstillet ved Langmuir-Blodgett-teknikken. De mindste kanaler er opstået som resultat af et enkelt enzyms nedbrydning af membranoverfladen.