

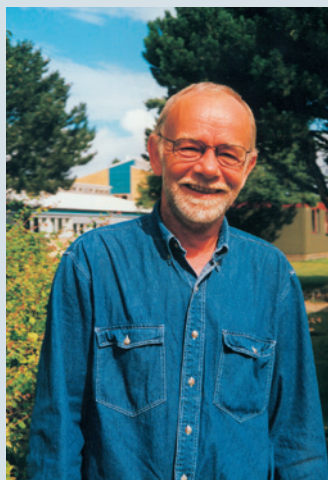
Med hjælp fra kongen

Da Risøes reaktor blev lukket sidste år var det et stort tab for Klaus Bechgaards afdeling for Materialers Fysik og Kemi. Med et slag ændredes vilkårene for et dynamisk internationalt forskermiljø. Nu sættes der på nanoteknologi

Af Katrine Meyn, km@techmedia.dk

Da Risøes atomreaktor lukkede for et års tid siden måtte Klaus Bechgaard tænke kreativt. Hvordan kunne hans afdeling bedst udnytte deres ekspertise inden for strukturfysik. Det blev besluttet bl.a. at sætte på nanoteknologi. I dag er det arbejde godt i gang, og Klaus Bechgaard skal nok sikre, at det lykkes. Han er ambitiøs, men ifølge hans kollegaer på en uhøjtidelig behagelig facon. Det illustreres måske bedst af det billede af Chr. X, der hænger på hans kontor. Det skal minde Klaus Bechgaard om, hvor galt det kan gå, hvis man bliver for egenrådig (Chr. X var nær ved at miste titlen, da han i 1920 ville fyre den danske regering).

Klaus Bechgaards lange karriere startede, da han som ung



Klaus Bechgaard

- 1969: Cand.scient. organisk kemi, Københavns Universitet
- 1973: Ph.d. i kemi, Københavns Universitet
- 1974-84: Lektor, Københavns Universitet
- 1981: Modtager HN-prisen
- 1984-89: Forskningsprofessor, Københavns Universitet
- 1986: Modtager B.S. Friedmann-prisen, University of California
- 1987: Modtager Dir. Ib Henriksens Forskerpris
- 1989-93: Professor i kemi, Københavns Universitet
- 1990: Modtager Macintosh forskningspris
- 1991: Medmodtager af Hewlett-Packard-prisen
- 1993: Leder afd. for Materialers Fysik og Kemi, Risø
- 1997: Modtager NKT Forskningspris
- 2000: Medmodtager af René Descartes-prisen
- 2001-: Ansvarlig for det Interdisciplinære Nanoteknologiprogram

nyuddannet ph.d.'er med speciale inden for metalkomplekser i 1973 tog et år til USA for at fremstille og studere elektrisk ledende krystaller af molekyler.

- Jeg blev meget grebet af emnet, og jeg har faktisk beskæftiget mig med det siden. Det fascinerer mig at arbejde med et grænseområde, der både omfatter fysik og kemi.

- Princippet er simpelt. Man omdanner et organisk molekyle til et ionradikal (så det ligner et metalatom) ved at fjerne eller tilføje en elektron. Derefter skal man opnå, at molekylerne stakkes i en regelmæssig krystalstruktur. Lykkes det, kan der sendes strøm igennem. Det giver pga. den lave dimensionalitet nogle interessante fysiske fænomener Strømmen løber fortrinsvis på langs af stakken og ikke på tværs. Det giver unægtelig en anden fysik end den 3-dimensionale verden, vi er vant til.

Da jeg kom hjem fra USA arbejdede jeg videre med ledende krystaller og har faktisk gjort det lige siden - de sidste år sideløbende med polymerstrukturer, fortæller Klaus Bechgaard.

- Det mest markante resultat, jeg har medvirket til, var opdagelsen af, at man kan opnå superledning i molekyllkrystaller. (De såkaldte Bechgaard-salte).

Ledende polymerer

De elektrisk ledende polymerer blev opdaget ved et tilfælde i 1977-78 af japanske og amerikanske forskere, som arbejdede med konjugerede polymerkæder (polyacetylen). I begyndelsen af 80'erne begyndte den kommercielle interesse for polymermaterialerne at vokse. Det skyldes, at man mener med tiden at kunne fremstille højteknologiske komponenter ud fra konjugerede polymerer ved at specialdesigner monomerernes elektroniske og kemiske egenskaber. For at nå dette mål skal man finde materialer, hvor man kan kontrollere balancen mellem ledningsevne, stabilitet og formbarhed.

- I dag bruges konjugerede polymerer til at fremstille halvlederkomponenter. Den største ulempe ved polymere halvledere er, at elektronerne har lavere bevægelighed end i de uorganiske halvledere. Manglen på langtrækkende atomar orden betyder, at elektronerne må løbe forhindringsløb mellem defektilstande (strukturen kan meget betegnes sammenlignes med et bundt spaghetti). Det betyder, at elektronbevægeligheden i polymerhalvledere er væsentligt lavere end i krystallinske organiske halvledere, fortæller Klaus Bechgaard.

En ny karriere

- Jeg var på Københavns Universitet indtil 1993, hvor jeg fik tilbudt jobbet som chef for en kombineret fysik- og kemiafdeling på Risø. I fysikafdelingen var der en stærk tradition for at benytte Risøes atomreaktor og avancerede røntgenkilder til strukturbestemmelse, hvilket er vigtigt redskab til at forstå både krystallers og polymermaterialers egenskaber. Dvs. jeg kom til

Powerful Software. Powerful MS.



Dionex introducerer ny LC/MS.

Du behøver ikke at være MS ekspert for at få det optimale ud af et Dionex LC/MS system. CHROMELEON™ MS bringer nu Summit™ HPLC og AQA™ MS sammen. Dette fuldt integrerede system kombinerer det bedste fra vores Summit HPLC med selektivitet, følsomhed og specificitet fra AQA MS detektoren. CHROMELEON MS integrerer MS detektion og LC i ét chromatografi informationssystem. Opsamling og databehandling kombineres med en ekstraordinær grad af hastighed og fleksibilitet med mulighed for



grafisk at vælge instrument kontrol, vise parametre samt udarbejde individuelle LC/MS rapporter - alt inkludert i ét og samme program. Et komplet sæt af GLP redskaber er integreret i softwaren som fx sikkerhedsniveauer, audit trails og system validering.

For yderligere information om hvordan Dionex LC/MS kan gøre dit laboratorium stærkere, ring 3636 9090 eller send en e-mail til info@dionex.dk



MS | HPLC | IC | AUTOMATION | EXTRACTION | PROCESS

Chassis Corporation: P.O. Box 3000, Sunnyvale, CA 94088-3000 (408) 737-0796. **France:** (01) 418 51 25. **Belgium:** (01) 231 888-1. **Germany:** (053) 844-1000. **Greece:** (0102) 2105 3251. **Germany:** (40) 38 20 60 90.
Italy: (01) 39 30 31 10. **Japan:** (03) 5700 881-5. **Spain:** (01) 600 51 10 12. **United Kingdom:** 0800 41173. **The Netherlands:** 0161-434 41 00. **Sweden:** 0800 41173. **Switzerland:** 011 23 55 77 32.
USA: (800) 421-0101. **Canada:** 800 441-5100. **Chassis Corporation:** 12000 Glenridge Circle, P.O. Box 100, Atlanta, GA 30328-0100.



en afdeling, hvor der var et meget højt niveau inden for struktur-fysik, samtidig med at der var en god polymerafdeling - en ideel kombination. Det tog sin tid at få de to faggrupper til at arbejde optimalt sammen, men jeg synes, det lykkedes.

Som en konsekvens af at reaktoren blev lukket, måtte vi reorganisere. Da en del af måletiden var stillet til rådighed for EU-forskere, mistede vi et meget dynamisk internationalt forskermiljø med mange studerende, et miljø der virkede som en stor inspiration. Det er trist, at vi har mistet den inspirationskilde og den direkte mulighed for udveksling af viden og ideer, fortæller han.

Nanoteknologi skal styrkes

- For at kompensere for dette tab vil vi nu bl.a. styrke nanoteknologiområdet endnu mere. For os er nanoteknologien et naturligt område at arbejde videre med. En stor del af vores tidligere arbejde var baseret på forståelse for fænomener, som opstår i den længdeskala.

Det er et frygteligt kompetitivt område, og det er vigtigt at finde den niche, hvor vi kan gøre en forskel. I første omgang arbejder vi videre med strukturteknikker, herunder hvordan vi former strukturer i overflader. Det er et spændende område, der har stor international bevågenhed.

Der er sådan set ikke noget nyt i, at der udføres forskning baseret på den længdeskala. Længdeskalaen dækker over strukturer, der typisk er større end molekyler og mindre end bulkmaterialer. Forholdene er mere komplicerede, end de er i et molekyle og anderledes end i et uendeligt materiale, hvilket giver spændende randbetingelser, siger Klaus Bechgaard og fortsætter:

- Det nye er, at der er mere fokus på området, og at vi har fået nogle bedre visualiseringsteknikker. Det giver en meget større forståelse, men også meget større forventninger til, at det her kan man altså bruge til ny og spændende teknologi.

Et andet spændende perspektiv er, at det danner grænseområde til biologi. Mange biologiske fænomener er relateret til cellestrukturer i denne her størrelsesorden. Måske kan vi lære så meget af naturen, at vi kan bruge nogle af dens metoder til at gøre nye spændende opdagelser.

Velordnede strukturer fremmer mobiliteten

I 2000 var Klaus Bechgaard medmodtager af René Descartes-prisen. Prisen fik et internationalt konsortium af forskere, fordi det lykkedes at vise, at jo mere velordnede polymermaterialerne kan fremstilles, jo bedre bliver mobiliteten.

- Alle havde sådan set forventet, at sådan måtte det være, men vi beviste det.

Resultatet er interessant mht. fremstilling af chips, hvor det er meget vigtigt med en høj mobilitet af elektroner. Visionen er at kunne fremstille billig varemærkning, øremærkning af køer osv., siger han.

Det er et problem, at polymererne skal arbejde ved så høj clock-frekvens som muligt, hvilket forhindres af uorden i polymerkæderne (spaghetti-effekten). Det betyder, at de ikke kan bruges i computere m.m. - men de nye resultater kan måske på længere sigt give spændende resultater.

Polyethylen til erstatning af brusk

- En helt anden type projekt blev påbegyndt i vores polymergruppe for næsten fem år siden via en kontakt til en ortopædkirurg, som foreslog, at man kunne erstatte brusk (som ved forskellige sygdomme er forsvundet) med et plastmateriale.

Vi lavede sammen en forundersøgelse af, hvilke materialer der er i patentlitteraturen, og indsendte en patentansøgning, og efter to års forløb lykkedes det at finde finansiering.

- Patentet er baseret på brug af materialer, vi ved har god bioforlidelighed med kroppen. Udgangspunktet er at modificere polyethylen (PE), der har været brugt til implantater i mange år. Den PE der bruges i dag er for hård og er ikke stødabsorberende nok. Til gengæld er slidstyrken god, så den skal bibeholdes, fortæller han.

Det er lykkedes at skaffe finansiering på 15 mio. kr., hvilket dækker to års arbejde. Her skal det afklares, om det kan lade sig gøre at fremstille et lovende produkt.

Imens hænger Chr. X på væggen og skuer mildt ud over kon-toret, hvor tankerne bliver tænkt.

Ph.d.-projekt

Substitution af kulbeg med petroleumsbeg

I aluminiumindustrien anvendes kulstofelektroder. Som bin-demiddel mellem kulparklerne anvendes normalt kulbaseret beg. Industrien sætter specifikke materialeegenskaber for denne beg. Det er fremover ønskeligt at erstatte kulbeg med petroleumsbeg både ud fra en forsyningsmæssig vinkel og ud fra en arbejdsmiljømæssig vinkel, da indholdet af carcinogene stoffer er mindre i petroleum end i kul. For at kunne gennemføre denne substitution skal det nye materiale kunne leve op til de materialekrav, som stilles til kulbegen.

Dette er med støtte fra ATV og Tarconord A/S blevet undersøgt.

Substitutionen kan ikke gennemføres 100%, hvorfor man ønsker at anvende en blanding af kul- og petroleumsbeg. Det er undersøgt, om der er opnået nogle forbedringer ved varmebehandling før og efter blanding af de to produkter, varmebehandlingstiden samt temperaturen.

Det er udført ved at lave en grundlæggende undersøgelse af

ændringer i blandingernes egenskaber vha. af teknikker som størrelseschromatografi (SEC), fluorescensspektroskopi, mikroskopi, SEM og simple kemiske analyser. SEC var i stand til at give en god beskrivelse af ændringerne i størrelsen af molekylerne og var i overensstemmelse med mange af de andre teknikker. Det er især hensigtsmæssigt at undgå koks-dannelse under varmebehandlingen, hvilket kan relateres til udviklingen i chromatogrammerne. Resultaterne viser, at det ikke kan betale sig at blande de to materialer før varmebe-handling, og forsøg med testanoder viste, at man ikke kunne opnå lige så gode resultater med petroleumsbeg iblandet som med kulbeg alene. Projektets anbefaling til industrien er, at petroleumsbeg ikke kan anvendes, hvis de nuværende kvalitetskrav ønskes opretholdt.

Birgit Elkjær Hansen, Institut for Kemiteknik, DTU