

I front af polymerkemien

Jørgen Kops' karriere har været præget af frontforskning og det store privilegium at have samarbejdet med de største pionerer inden for polymerkemien. I slutningen af marts går han på pension – men ikke helt, der er stadig et spændende projekt, der skal afsluttes

Af *Katrine Meyn, km@techmedia.dk*

Jørgen Kops

- 1957: Cand.polyt., DTH
- 1957-58: Ansat på Tetrapak AB, Lund, Sverige
- 1958-61: Ansat på Esso Research & Engineering Company, Linden, N.J., USA
- 1965: Ph.D. ved State University of New York, Syracuse, N.Y., USA
- 1965-66: Ansat på Allied Chemical Operations, USA
- 1966-67: Ansat på Flamingo Foam A/S, Kvistgård
- 1967: Ansat som lektor i polymerteknologi på DTH
- 1972-03: Professor ved DTH (nu DTU)



Forskningen fascinerede

- Jeg ønskede at forske, hvilket i USA krævede en ph.d. Derfor forlod jeg Esso for at tage en ph.d. ved State University of New York i Syracuse. Jeg var færdig med min ph.d. i 1965.

- Der var en rivende udvikling i gang inden for såkaldt levende anionisk polymerisation, hvor professor Szwarc ved universitetet i Syracuse netop havde udviklet processen. I min ph.d. arbejdede jeg med anhydrosukkerforbindelser til nye syntetiske polysaccharider.

- Så det var en spændende tid, hvor jeg arbejdede med både kationisk og anionisk polymerisation.

- I 1965 blev jeg ansat på Allied Chemical Operation, Syracuse, indtil jeg i 1966 fik arbejde på Flamingo Foam i Danmark. Der arbejdede jeg med at udvikle suspensionspolymerisation af polystyren til fremstilling

af ekspandabel polystyren til skumprodukter, siger Jørgen Kops.

Lektor i polymerteknologi

Da Jørgen Kops kom til DTU i 1967, havde han fået en bred erfaring og kunne indtræde i et lektorat for polymerteknologi, (oprettet af daværende professor Anders Björkman). På DTU beskæftigede han sig med undervisning og forskning.

Da DTU samtidig flyttede til Lundtofte var der gode betingelser for at opbygge en afdeling for polymerkemi. Vha. en Rammebevilling blev det muligt at investere i nyt udstyr. Det var en opgangsperiode, hvor der blev flere fastansatte som dækkede området bredt. Jørgen Kops arbejdede med syntese af polymerer, Jørgen Lyngaae-Jørgensen arbejdede med forarbejdning, flydeegenskaber, smeltning mv., og Larry Chapoy arbejdede med materialeegenskaber.

Ringåbningspolymerisation

I 1970'erne satsede Jørgen Kops især på ringåbningspolymerisation, som han havde arbejdet med i sin ph.d. Han forsøgte at fremstille nye typer polyethere ud fra syntetiserede monomerer. Hovedformålet var at studere/fremstille polymerer med nye stereokemiske former og samtidig studere molekylstrukturen. På det tidspunkt var man primært interesseret i det polymerkemiske.

Flydende krystallinske polymerer

I 1980'erne dukkede et nyt spændende område op, og Jørgen Kops begyndte at studere termotrope materialer i form af flydende krystallinske polymerer. Man så en fordel ved at kunne forarbejde materialer i smeltet tilstand. Det var besvær-

Det var kærligheden, der spillede ind, da Jørgen Kops som færdiguddannet kemiingeniør fik øjnene op for polymerer. I 1957 havde han mødt en svensk pige, og derfor søgte og fik han job på Tetrapak i Sverige.

Han blev involveret i arbejdet med den tetraederformede pap- og plastemballage. På det tidspunkt kunne man kun laminere PE på indersiden af kartonen, og det betød, at kartonen, når den lå i køleskabet, optog fugt og blev blød og uhåndterbar. Der skulle derfor udvikles en imprægneringsmetode til emballagen. Det viste sig, at den mest velegnede proces var en lavtemperatur polymerisation af isobutylene.

- Det var min første eksponering for polymerisation, og jeg blev fra starten sporet ind på især lavtemperatur polymerisation. En steril Tetrapak-emballage udvikledes i øvrigt senere til emballering af mælk i varme lande (hvor der ikke er mulighed for køling).

- Ved et tilfælde hørte jeg i 1958 et foredrag i Malmø, hvor en dr. W. Sparks fra Esso Research & Engineering Company, USA talte om butylgummi, som netop fremstilles ved lav temperatur.

- Jeg kontaktede ham efterfølgende, og det endte med, at jeg blev ansat i firmaet. På Esso arbejdede jeg mest med procesforskning og havde nær tilknytning til bl.a. Joseph Kennedy, der lavede basal forskning af kationisk polymerisation (den proces der driver fremstillingen af butylgummi). Langt senere lykkedes det at få egentlig kontrol over den kationiske proces, fortæller Jørgen Kops.

ligt at skulle spinde fibre af de aromatiske polyamider, som ved fremstilling af Kevlar. Samtidig ville man undgå brugen af skrappe opløsningsmidler og dermed mange miljøproblemer.

Ideen var at lave forskellige strukturmodifikationer for at finde frem til de rigtige materialer og få smeltepunktet så langt ned, at de lod sig forarbejde.

Det viste sig, at man kunne fremstille polymerer med en høj grad af orientering, og med gode styrkeegenskaber. Men der var også nogle uventede ulemper ved materialerne. De var meget anisotropiske. De gode egenskaber lå primært i en retning og var mindre udtalte i tværetningen. Derfor havde de interessante egenskaber som fibre, men ikke som sprøjtestøbte enheder. Af samme grund udviklede brugen af disse materialer sig ikke, som man havde forventet.

Kationisk polymerisation i 80'erne

Op gennem 80'erne og i starten af 90'erne dominerede den kationiske polymerisation.

- Jeg har hele tiden forsøgt at være på forkant med udviklingen inden for de forskellige metoder. Og da Joseph Kennedy sidst i 1980'erne i Akron udviklede den kationiske polymerisationsteknik med gode resultater, kontaktede jeg ham og fortalte, at vi ønskede at arbejde med forskningsområdet og lære af hans teknik. Teknikken er utrolig følsom over for små urenheder og krævede udstyrmæssigt meget store investeringer, så vi var nødt til at udvikle en ny og billigere teknik. Under mit besøg i USA traf jeg Bela Ivan, der var på DTU i flere perioder. Sammen udviklede vi i starten af 90'erne en simpel teknik, der gav gode resultater.

Gruppeoverførselspolymerisation

I midten af 1980'erne blev det vha. gruppeoverførselspolymerisation muligt at kontrollere polymerisationen af acrylmonomerer. Teknikken blev udviklet af Dupont omkring 1983-84.

Jørgen Kops begyndte at arbejde med acrylmonomerer sidst i 1980'erne. Dupont havde slået nyheden stort op - nu kunne de fremstille acrylpolymerer på en meget bedre måde og kombinere forskellige typer af polymerisation. Men teknikken udviklede sig ikke til det, Dupont spåede. Den har dog givet mulighed for at fremstille forskellige blokcopolymerer med acrylater, som kan bruges til at fremstille dispersionshjælpemidler til farver og lakker. Men processen kræver specielle kemikalier og specielle konditioner og giver ikke konkurrencedygtige materialer.

Fri radikal polymerisation i 90'erne

Kort efter begyndte Jørgen Kops at arbejde med fri radikal polymerisation, og også her var han tidligt med på vognen. Han gjorde Bela Ivan interesseret, og sammen begyndte de at arbejde med metoden. Den fri radikal polymerisation er meget simplere at arbejde med end den kationiske. Ved at ekskludere luftens ilt vha. inert gas eller diverse afgasningsmetoder har man løst problemet med urenheder. Studerende kan uden problemer udføre polymerisationen på et øvelseskursus.

I midten af 90'erne lykkedes det at kontrollere den fri radikal polymerisation, der siden er blevet den vigtigste kontrollerede

polymerisationsmetode. Normalt fås en ret bred fordeling af forskellige molekylstørrelser, og der kan være forskellige uregelmæssigheder i strukturen, som dog er acceptabel til mange anvendelser. Det, at man kan kontrollere processerne, betyder, at der kan fremstilles materialer med snævre molekylvægtsfordelinger og færre uregelmæssigheder.

Der er udviklet flere forskellige typer af kontroller: Stabil Fri Radikal Polymerisation (SFRP), Atom Transfer Radical Polymerisation (ATRP) og Radical Addition Fragmentation Transfer (RAFT), som alle giver mulighed for kontrol af molekylvægte. Ved at tilpasse mængden af det, der initierer polymerisationen, kan man forudbestemme, hvor høj molekylvægten skal være, og efter polymerisation kan man sætte en passende kædeende på og derved indbygge en funktionalitet i polymeren. Det har resulteret i en eksplosiv udvikling, og antallet af publikationer er vokset eksponentielt siden midten af 90'erne.

Medicinske anvendelser inden for biomaterialer

- I 1999 blev jeg inspireret af en engelsk gruppe, der havde udviklet en teknik til at polymerisere i vandige systemer. Derved undgår man at bruge organiske opløsningsmidler. Vi etablerede kontakt med den engelske gruppe og fik tilknyttet en ph.d.-studerende, der som en del af sit studieprogram var i Sussex.

- En række polymerer giver mulighed for medicinske anvendelser inden for biomaterialer. Vi har valgt at bruge polyethylenglycol som basispolymer, hvorpå der sættes polymerkæder. Vi antog, at vi ved at knytte bestemte kæder til polyethylenglycol kunne opnå polymerer, der under visse omstændigheder er opløselige. Ved at ændre pH opnås en fase separation. Det tror vi kan bruges inden for drug delivery til at udvikle systemer til medicinadministration med en forsinket frigivelse. Tanken er, at man kan indkapsle medicin i en polymerstruktur, som dernæst ved f.eks. en bestemt pH-værdi frigives i kroppen.

- Der er mange spørgsmål, der skal besvares, før det er klart, om konceptet et bæredygtigt, men mht. det polymerkemiske aspekt er det meget lovende, fortæller Jørgen Kops.

Pionerarbejde med de store

- Når jeg skal pensioneres til marts, fortsætter jeg alligevel arbejdet med det sidstnævnte projekt - det vil jeg gerne følge helt til dørs, som jeg har gjort det med alle foregående projekter. Jeg har arbejdet i nær tilknytning til nogle af de mennesker, der har stået for de store udviklinger inden for mit område. Deriblandt en af de virkelig store pionerer professor Szwarc, der udviklede den levende anioniske polymerisation og professor Kennedy, der var ledende inden for kationisk polymerisation. Jeg kender også alle de personer, der de seneste ti år har arbejdet i front af den store udvikling af fri radikal polymerisation.

Jeg har haft særdeles gode arbejdsforhold og gode kollegaer hele vejen igennem samt et roligt og meget spændende arbejdsforløb. Men noget af det vigtigste har været kontakten til de mange studerende. Det har været en udfordring at vejlede dem og dejligt senere at se dem få gode stillinger i erhvervslivet, slutter Jørgen Kops med et smil.