



*Olo Hafoed. Ham*



# Otto Kofoed-Hansen

25. april 1921-21. juli 1990

Af J. Als-Nielsen

Otto Kofoed-Hansen var født 25. april 1921. Hans far var guldsmed, og det var naturligt, at Otto også blev udlært i dette fag. Hans svendestykke blev belønnet med sølvmedalje, og han har ofte nævnt, at den håndværksmæssige baggrund var af betydning for hans senere virke som eksperimentalfysiker. I 1939 påbegyndte han studenterkursus på Statens og Hovedstadskommunernes Kursus. I 1989 afholdtes på Risø et symposium til ære for Otto Kofoed-Hansen med titlen »50 Years in Physics«. I sin tale bagefter sagde Otto Kofoed-Hansen bl.a.: »Som håbefuldt håndværkerlærling var det min tanke at blive cand.polit., formodentlig for derved at åbne vejen frem til en karriere som pamper. Men jeg fik en fysiklærer, adjunkt Asmussen, som snart viste mig den rette vej. Derfor er det nu i 1989 halvtredsåret for min start på dette aldrig fuldførte studium af fysikkens forunderlige verden«.

Fra starten af studenterkurset til afslutningen som magister i fysik fra Niels Bohr Institutet (dengang kaldet Universitets Institut for Teoretisk Fysik, UITF) gik der kun 6 år. Den afsluttende specialeopgave, udført under vejledning af J. C. Jacobsen, blev publiceret i dette selskabs Matematisk-Fysiske Meddelelser **23**:12 i 1945. Dette første arbejde, af Otto Kofoed-Hansen udvalgt som eet ud af i alt 10 arbejder, der indgår i et festskrift fra ovennævnte symposium, drejer sig om påvisning af neutrino-udsendelse ved beta-henfald af en radioaktiv atomkerne.

Beta-henfald kan opfattes som forvandlingen af en neutron til en proton i en atomkerne. For at opretholde ladningsbevarelse udsendes en negativ elektron (beta-partiklen), men det overraskende faktum er, at denne elektron udsendes med en vilkårlig energi  $E_{\beta}$  mellem nul og en maximal energi  $E_{\max}$ , der svarer til masseforskellen mellem moder- og datterkerne. Hvor bliver den resterende energi,  $E_{\max}-E_{\beta}$ , af? Wolfgang Pauli havde allerede i 1930 fremsat den dristige hypotese, at den blev båret væk af en masseløs, neutral partikel, som herefter blev kaldt en neutrino. Pauli var ikke helt tryk ved hypotesen og udtrykte det på



følgende måde ved et seminar på sit institut: »Heute habe ich etwas getan, was ein Theoretiker nie in seinem Leben tun sollte. Ich habe nämlich etwas, was man nicht verstehen kann, durch etwas zu erklären versucht, was man nicht beobachten kann«.

Men hvis neutrino-hypotesen var korrekt, så måtte denne nye elementarpartikel, hvis vekselvirkning med stof er så svag, at den var umålelig i 1946, ikke alene bære energi, men også impuls, og som følge deraf måtte datterkernen få en rekylenergi, man kunne beregne ud fra neutrino-hypotesen. Hvis denne rekylenergi kunne påvises eksperimentelt, ville det være en afgørende støtte for Paulis hypotese. Med enkle midler lykkedes det på elegant vis for Jacobsen og Kofoed-Hansen at påvise en rekylenergi, som svarede til den beregnede værdi, og man må erkende, at Otto Kofoed-Hansen allerede i sit første videnskabelige arbejde angreb et meget fundamentalt problem inden for kernefysikken. Hermed var han startet på et forskningsfelt, som hurtigt førte frem til international anerkendelse, og flere eksperimentelle resultater er selv i dag 40 år senere af værdi. I denne udvikling viste det sig ønskeligt at kunne håndtere radioaktive kerner med en relativt kort levetid. På UITF arbejdede Otto Kofoed-Hansen med at fremstille radioaktive kerner ved hjælp af cyklotronen, og sammen med Karl Ove Nielsen, som arbejdede med masseadskillelse af isotoper, etableredes i 1951 en opstilling til »on-line« isotopadskillelse. Dette blev kimen til en lignende opstilling adskillige år senere ved CERN, nemlig ISOLDE (*Isotope Separation On Line Device*), hvor danske fysikere kom til at spille en fremtrædende rolle.

Efter et ophold ved Columbia Universitetet i New York kom denne igangsættende evne til overvældende udfoldelse, da Otto Kofoed-Hansen i 1956 blev den første leder af fysikafdelingen på Atomenergikommissionens Forsøgsanlæg Risø. Dette Nationallaboratorium, til fremme af den fredelige udnyttelse af atomenergi i bredeste forstand, blev opbygget i et formidabelt tempo i slutningen af 50'erne og repræsenterede den største enkeltinvestering i dansk forskning, målt i forhold til BNP, siden Tycho Brahes Uranienborg. Hermed deltog også Danmark i efterkrigstidens »Big Science«, og det passede vældig godt til Otto Kofoed-Hansens gemyt og talent. Forskningsdiscipliner, der hidtil ikke havde været dyrket i Danmark, blev taget op i fysikafdelingen under Otto Kofoed-Hansens ledelse. Det gjaldt reaktorfysik med etableringen af træningsreaktoren DR1 og dertil hørende sikkerhedsvurdering, det gjaldt helsefysik med overvågning og dosimetri (heraf udsprang elektronacceleratoren på Risø), og det gjaldt vurdering af luftbåren spredning af radioaktivitet ved et

eventuelt reaktoruheld (heraf udsprang meteorologi-forskningen på Risø).

Disse aktiviteter voksede op i løbet af ganske få år og blev som ved knopskydning til selvstændige afdelinger på Risø. Det blev også Otto Kofoed-Hansen frem for nogen anden, der besluttede, at fusionsenergi med dertil hørende fundamental plasmafysik skulle tages op som forskningsdisciplin. Man byggede i 1967 en meget fleksibel eksperimentel opstilling, en såkaldt Q-maskine, der skulle blive grundlaget for flere doktorafhandlinger og adskillige licentiatafhandlinger i de kommende år. Han så også mulighederne i at benytte neutronstråler fra den i 1960 etablerede forsøgsreaktor DR3 som værktøj til faststoffysik og fik med henblik herpå engageret gæsteforskere fra USA til at hjælpe den unge stab i gang. Bortset fra denne disciplin er det mest forbløffende ved den nævnte igangsætning, at Otto Kofoed-Hansen ikke blot pegede på disse områder, men selv ydede selvstændige væsentlige bidrag. Han blev professor i reaktor fysik ved Danmarks Tekniske Højskole i 1960, han deltog i standardisering af radioaktivitet og af neutrontværsnit; sammen med Carl Wandel undersøgte han en teoretisk, matematisk model af turbulent diffusion, sammen med Carl Wandel og Torkil Hesselbjerg Jensen fremlagde han i 1958 et væsentligt bidrag om fusionsenergi ved den anden konference »Atoms for Peace« i Genève.

Evnen til at trænge fagligt ind i et nyt område kan belyses yderligere ved et enkelt eksempel. I 60'erne var EDB i sin spæde vorden. På Risø havde man den centrale datamat GIER, hvor programmer og data indlæstes med papirhulstrimler. Otto Kofoed-Hansen var i begyndelsen temmelig skeptisk overfor værdien af numerisk analyse af fysiske problemer, men da nogle af afdelingens yngre medarbejdere ved deres eget arbejde havde vist vejen, besluttede Otto Kofoed-Hansen, at han også ville lære sig brugen af dette værktøj. Få måneder senere leverede han en artikel med titlen »Error Indicators for the Numerical Solution of Non Linear Wave Equations«.

Otto Kofoed-Hansen lagde vægt på at forklare igangsætningen af de nye forskningsdiscipliner for bredere kredse. Som eksempel citeres fra hans artikel »Om mikrometeorologiske undersøgelser. Forskning, udvikling og uddannelse« i *Ingeniøren* 75 s. 88 fra 1966: »Den teoretiske beskrivelsesmåde, som jeg har skitseret for Dem, er i og for sig uafhængig af mediet. Turbulens i havområder vil kunne behandles på samme façon. Dette betyder nu i praksis følgende: Alle transportfænomener i turbulente medier, dvs. udbredelse af røg, sandflugt, snefygning, radioaktivt støv,



vandforurening m.v. kræver vurdering af den geografisk lokalprægede, tredimensionale analogi til det, jeg har kaldt det Lagrangeske spektrum  $P.(w)$ . Dernæst kan vi opfatte enhver struktur, hvis vindpåvirkelighed vi har interesse i, som et måleinstrument for vind, og vi ser da, at kombinationen af strukturens (dvs. broens, husets, molens, skibets, tårnets osv.) transferfunktion og den tredimensionale, lokalprægede analogi til det, som jeg har kaldt det Eulerske spectrum samt middelhastighed og middelvariation, er det, vi er ude efter. Altså i praksis centrerer interessen sig netop om transferfunktionerne, som vi har haft held til at studere. Der er således for mig at se ingen tvivl om, at de metoder, som vi har følt os foranlediget til at anvende af hensyn til radioaktivitetsudbredelse, har betydning for andre end os selv ... I dag har jeg måske talt hen i vejret. Jeg har gjort det blandt andet for at illustrere en alt for ofte overset problemstilling. Det tager simpelthen tid at indpiske et hidtil upåagtet forskningsemne. I det specifikke tilfælde har det taget 10 år, førend vi tør vove os frem på en mere omfattende arena ... Og jeg har gjort det fordi ... det ... kan illustrere noget generelt om opbygningen af ny forskning.«

I det hele taget bidrog Otto Kofoed-Hansen meget til den offentlige debat i 60'erne. I listen over publikationer i førnævnte festskrift er der 75 bidrag af denne art: kronikker i dagblade, artikler i *Ingeniøren* og lignende tidsskrifter, samt to bøger: *Atomtidens udfordring* (Munksgaard 1963) og *Råstoffer, mætning og velfærdsekspllosion* (Hans Reitzel 1966).

De to bogtitler angiver de centrale emner, som optog ham i særdeleshed. Atomkrigens trussel blev behandlet fra alle synsvinkler, strækkende sig fra den almene emotionelle rædsel til nøgtern kvantitativ beskrivelse; han deltog i Pugwash-konferencer, og han rådgav politikere på højeste plan herhjemme om disse emner. Hans anden bog drejer sig om forudsigelser af verdens behov og forbrug af energi og råstoffer. Denne bog er bemærkelsesværdigt forud for sin tid. Den udkom f.eks. seks år tidligere end *Limits to Growth*, men kommer ikke desto mindre nærmere til det resultat, vi foreløbig kender i dag, bl.a. fordi Otto Kofoed-Hansen indså betydningen af mætningsfænomener, som det også fremgår af bogtitlen.

I 1968 følte Otto Kofoed-Hansen, at den væsentligste del af hans opgave: at tilrettelægge forskningsaktiviteterne for Danmarks første Nationallaboratorium Risø, var i god gænge. Nu måtte tiden være inde til et velfortjent sabbat-år. Atter var det »Big Science«, der tiltrak, og hvad var større end CERN-laboratoriet i Genève. »Sabbat-året« blev til otte, fra 1968 til 1976. Udgangspunktet blev kernefysikken, men nu med langt højere partikel-energi til rådighed end i 40'erne og 50'erne. En af de

første artikler med Otto Kofoed-Hansen som eneforfatter (Nuclear Physics **B39** s. 61 fra 1972) omhandlede fortolkning af uelastiske spredningsdata af protoner mod deuteroner. Flere artikler om lignende emner fulgte, og årene i Genève blev frugtbare for Otto Kofoed-Hansen såvel som for CERN. Efter hjemkomsten i 1976 påtog Otto Kofoed-Hansen sig ledelsen af den ene af de to danske eksperimentalgrupper i højenergifysik ved CERN. Han havde den store glæde at deltage i det såkaldte UA2 gruppe-eksperiment, hvor man først påviste de nye partikler  $W^+$ ,  $W^-$  og  $Z^0$ , der var teoretisk forudsagt i en syntese af den klassiske elektromagnetiske vekselvirkning og den svage vekselvirkning, som ligger bag radioaktive kerner beta-henfald – hans første indgang til fysik ca. 40 år tidligere.

I 1989 tildeltes Otto Kofoed-Hansen sammen med Hans L. Pécseli Dansk Fysisk Selskabs Fysikpris.

Otto Kofoed-Hansen døde den 21. juli 1990. Hermed gik en virkelig kæmpe i dansk videnskab bort. Æret være hans minde.