



A. R. Marshinski

Allan R. Mackintosh

22. januar 1936 – 20. december 1995

Af Hans Bjerrum Møller

Allan Mackintosh blev dræbt ved en trafikulykke den 20 december 1995, kort før sin 60-års dag. Herved mistede dansk videnskab en internationalt anerkendt forsker, der kom til at få stor betydning for dansk forskning i mere end 30 år. Han vil ikke mindst blive husket for sin store og vellykkede indsats i midten af 60'erne for at etablere moderne faststoffysik som forskningsområde i Danmark.

Allan viede størstedelen af sin videnskabelige karriere til studiet af elektronerne i faste stoffer. Han personificerede udforskningen af en meget vigtig klasse magnetiske materialer, de såkaldte sjældne jordarter. Gennem hele sin karriere arbejdede han med grundlæggende eksperimentelle og teoretiske studier af denne type materialer, og bidrog afgørende til forståelsen af deres elektriske og magnetiske egenskaber.

Det var derfor betegnende for Allans videnskabelige aktivitet gennem hele livet og hans internationale anerkendelse, at han ved sin død stod som arrangør af et internationalt symposium om magnetisme i metaller. Symposiet var planlagt til at finde sted her i Videnskabernes Selskab i september 1996, og det var lykkedes ham at samle ca. 100 af de mest fremtrædende forskere på området som deltagere – mange af dem nære venner.

Symposiet blev gennemført efter Allans død, og blev, således som Allan havde planlagt det, en videnskabelig succes – og det blev samtidig et bevægende minde om Allan som forsker og menneske. Mine mindeord om Allan er påvirket af denne begivenhed og bygger i øvrigt på bidrag fra Rodney Cotterill og Ole Krogh Andersen, der også stod Allan nær.

Allan blev født i Nottingham i 1936, og fik sin universitetsuddannelse i Cambridge, hvor han allerede som »undergraduate« fik en pris for sine akademiske præstationer. I sit Ph.D.-projekt, som han udførte hos Brian Pippard, benyttede han »ultrasonic attenuation« som en teknik til at kortlægge Fermioverfladen i metaller –

et emne, der kom til at optage Allan gennem hele hans karriere. Han fik sin Ph.D.-grad allerede som 23 årig.

I Cambridge mødte Allan sin kone Jette.

Efter at have fået doktorgraden i Cambridge tog Allan i 1960 til Iowa State University i Ames, USA, hvor han var associate professor i de følgende seks år. Det var her Allan blev interesseret i de sjældne jordarter. På det tidspunkt var det netop lykkedes laboratoriet i Ames at fremstille de sjældne jordarter i ren form, og det åbnede helt nye perspektiver for udforskningen af disse og startede en rivende udvikling med Ames som et af de førende laboratorier. Specielt var magnetismen af de sjældne jordarter et spændende nyt forskningsområde, fordi magnetismen ikke kunne forklares med de gængse mekanismer. Allan forstod at udnytte de muligheder det frembød. Ud over at deltage aktivt i forskningen ved Ames laboratoriet knyttede han nære forbindelser til Oak Ridge National Laboratory, hvor de første bestemmelser af de magnetiske strukturer fandt sted ved hjælp af neutroddiffraktion.

De magnetiske strukturer viste sig at være meget eksotiske, idet de enkelte atomers magnetiske momenter – i stedet for at være parallelle eller antiparallelle, som for de gængse ferromagnetiske og antiferromagnetiske materialer – danner periodiske strukturer. Et eksempel er spiralstrukturen, hvor de magnetiske momenter drejer omkring en akse, når man bevæger sig langs denne.

Blandt Allans mest betydningsfulde bidrag i denne periode til forståelsen af de sjældne jordarters magnetisme var udviklingen af et koncept – der indførte såkaldte magnetiske superzoner i Fermioverfladen – til forståelse af de periodiske magnetiske strukturers betydning for de makroskopiske magnetiske egenskaber.

Det var i denne periode, at Allan første gang kom til Danmark på et ét-års sabbatical i 1963. Det skyldtes naturligvis først og fremmest, at hans kone Jette var dansk. Men det passede også fint ind i Allans karriere på det tidspunkt. Vi havde nemlig på Risø en forsøgsreaktor, DR3, som – ved skæbnens gunst – den var anskaffet til helt andre formål – var blandt de bedste i verden som neutronkilde til neutron-diffraktionsundersøgelser af faste stoffer. Og vi havde netop bygget en ny type neutronspektrometer til studier af faste stoffers struktur og dynamik.

Det var en helt ny teknik, som kunne give detaljerede oplysninger om kræfterne mellem atomerne i faste stoffer – oplysninger,

der ikke kan opnås på anden måde. Med denne teknik anslår man svingninger i atomgitteret, og ved studier af neutronernes energitab og spredningsmønster kan man få oplysninger om de kræfter, der holder atomerne sammen i faste stoffer. På samme måde kan man anslå vibrationer af atomernes magnetiske momenter og studere de magnetiske kræfter, der virker mellem de magnetiske momenter. Og det var netop sådanne oplysninger, der var nødvendige for virkelig at komme videre i forståelsen af de sjældne jordarters magnetisme.

Jeg arbejdede tæt sammen med Allan i denne periode, og det var utroligt spændende og berigende. Vi opnåede meget detaljerede oplysninger om de magnetiske kræfter, som skaber de eksotiske magnetiske strukturer, og vi studerede de magnetiske faseovergange mellem de forskellige magnetiske strukturer – alt sammen resultater, som meget direkte kunne sammenlignes med de nyeste teorier for vekselvirkningen mellem de magnetiske momenter, og som bekræftede at vekselvirkningen var indirekte – gennem de ikke-lokaliserede lednings-elektroner.

Elektronstrukturen havde derfor en afgørende betydning for magnetismen, og man kunne vise, at stabiliteten af de periodiske strukturer skyldes flade parallelle områder af elektron- og huloverfladerne. Denne såkaldte »nesting« af Fermioverfladerne var et fænomen, som Allan tidligere havde interesseret sig for.

For netop beregning af Fermioverflader var Allans anden store interesse.

Allerede i sit Ph.D.-projekt i Cambridge beskæftigede Allan sig som sagt med eksperimentelle undersøgelser af Fermioverflader, og han fortsatte denne interesse i Ames, hvor han var en af de første til at benytte positron annihilations teknikken til at kortlægge Fermioverflader.

Men det var først gennem venskabet med Leo Falicov og samarbejdet med Terry Loucks i Ames at Allan blev interesseret i teoretiske beregninger af Fermioverflader.

Allan forsøgte så vidt muligt at føre krystallernes magnetiske, elektriske, optiske, strukturelle og dynamiske egenskaber tilbage til den grundlæggende elektroniske struktur, og – gennem computerberegninger af elektronstrukturen og sammenligning med målinger, for eksempel af Fermioverflader – at afprøve det teoretiske grundlag for sådanne beregninger.

Da han i 1966 blev ansat som gæsteprofessor ved Danmarks Tekniske Højskole videreførte han sine beregninger af elektronstrukturer og Fermioverflader og etablerede det som nyt forskningsfelt i Danmark.

En lang række studerende fik af Allan en fremragende indførelse i dette forskningsområde. Hans første licentiatstuderende var Ole Krogh Andersen, der i dag er direktør ved Max Planck Institutet i Stuttgart. Allan havde en dyb forståelse af elektronernes opførsel i metaller og en sund skepsis over for oversimplificerede teorier. Han inspirerede sine studenter til at udvikle og anvende nye beregningsmetoder, der bygger på en forståelse af hvilke faktorer, der er væsentlige for metallernes egenskaberne, og for variationen af egenskaberne fra metal til metal. Især Ole Krogh Andersen udviklede i disse år – inspireret af Allan – nye modeller, der påkaldte sig stor opmærksomhed.

Trods en enorm succes for mange egenskaber, såsom udviklingen af magnetisme hen gennem rækken af 3d-overgangsmetaller, kunne elektronstrukturberegningerne dog ikke, eller kun delvis, gengive den overgang i f-elektronernes opførsel, som man ser tegn på, når man går hen gennem rækken af sjældne jordarter eller aktinid-metaller. Her ændrer f-elektronerne sig fra først at være frit bevægelige og ledende, til senere at blive magnetiske og lokaliserede på atomerne. Denne lokaliserings-overgang, som skyldes elektronernes gensidige Coulomb-frastødning, og som vi nu ved optræder i utallige stoffer, for eksempel i høj-temperatursuperledere, fascinerede Allan gennem hele livet.

Allerede i 1962 så han ved hjælp af positron annihilation den første antydning af, at faseovergangen i cerium skyldes en ændring af 4f-elektronernes karakter, og for nylig fandt han sammen med sine Risø-medarbejdere en ny excitation i Præseodymium, som han tilskrev tendensen til 4f-delokalisering.

Hvad beregningerne angik, analyserede Allan problemets omfang og inspirerede sine, i mellemtiden forhenværende studenter og deres medarbejdere til at forbedre det teoretiske grundlag.

Allans samarbejde med faststoffysikerne på Risø, som blev indledt under hans sabbatical på Risø i 1963, indtog en meget central plads i hans forskning gennem hele livet. Under Allans senere ansættelse som professor, først ved Danmarks Tekniske Højskole fra 1966 til 1970 og senere ved H.C. Ørsted Institutet fra 1970 til

sin død, fortsatte han samarbejdet og tilbragte mindst en dag om ugen på Risø. Hans bidrag gennem årene til forståelsen af de sjældne jordarters magnetisme blev anerkendt med tildelingen af den amerikanske »Spedding-pris« i 1986, og kulminerede med udgivelsen af bogen »Rare Earth Magnetism« i 1991 sammen Jens Jensen, hans nærmeste medarbejder på H C Ørsted Institutet. Dette værk er allerede nu en klassiker på området.

Også på andre områder ydede Allan i 60'erne en meget stor og vellykket indsats for at etablere moderne faststoffysik i Danmark, hvor kernefysik og astronomi – på grund af Niels Bohr's og Bengt Strömberg's epokegørende indsats i begyndelsen af dette århundrede – havde så stolte traditioner og ganske dominerede dansk fysik.

Allan var i midten af 60'erne en af drivkræfterne bag en studiekreds i faststoffysik, hvor de relativt få danske faststoffysikere fra Danmarks Tekniske Højskole, H.C. Ørsted Institutet og Risø mødtes og holdt foredrag om egne forskningsresultater og gennemgik nye forskningsfelter i form af studiekredse. Ikke mindst for de licentiatstuderende var dette en enestående mulighed for at få en bredere indføring i faststoffysikken.

Allan var meget aktiv i disse arrangementer, og det lykkedes ham – takket være hans position og internationale kontakter – at få mange internationale eksperter – heriblandt flere nobelpristagere – til Danmark som deltagere i møderne.

At han fandt, at studiekredsen var et vigtigt element i de licentiatstuderendes uddannelse, fremgår af et brev han sendte til sine kolleger den 30 oktober 1967 efter et møde med svigtende tilslutning af licentiatstuderende, hvori han skriver:

«...there is no doubt that the quality of the (Ph.D-) students in Denmark is very high and they do extremely good research work. On the other hand, it seems to me that, compared with their contemporaries in Britain or the U.S.A. their range of scientific interest is rather narrow....I fear that we are in danger of training extremely high grade technicians, who can carry out specific research tasks with great skill, but who do not have the broad background in solid state science which is necessary for initiating new programmes and ideas. Without new ideas, and without young people who can produce them, the future for solid state research in Denmark is bleak....»

Allan påpegede således allerede i midten af 60'erne behovet for

en generel uddannelse af de licentiatstuderende – et behov, som vi først i de senere år – efter ph.d.-reformen – har planlagt at imødekomme med de foreslåede forskerskoler.

Også på nordisk plan ydede Allan en stor indsats for faststoffysikken. Igen var han en af hovedkræfterne bag en »Nordic Solid State Study Group«, som i slutningen af 60'erne og op gennem 70'erne spillede en betydelig rolle for udviklingen af den faststoffysiske forskning i de nordiske lande og for samarbejdet mellem nordiske forskere – en overgang diskuteredes endog oprettelsen af et Nordisk Forskningsinstitut for Faststoffysik.

Med sin dybe indsigt i faststoffysikken og brede kendskab til den nyeste udvikling, var Allan en inspirerende diskussionspartner for sine kolleger og en fremragende læremester for en ny generation af faststoffysikere.

Ud over at spille en så vigtig rolle ved etableringen af moderne faststoffysik i Danmark, ydede Allan gennem hele livet en stor indsats for dansk fysik. Han var en af de første formænd for Dansk Fysiks Selskab, fra 1976 til 79, han var medlem af Planlægningsrådet for Forskningen fra 1982 til 85, han var opponert ved adskillige doktordisputationer, og han deltog i flere forskningsevalueringer, sidst i evalueringen i 1992 af Dansk Fysik, der påviste, at dansk fysik står stærkt med flere citationer per publikation end de lande, vi sammenligner os med, men at aldersprofilen er uheldig.

Også for Videnskabernes Selskab gjorde Allan et stort arbejde gennem årene. Hans sidste indsats for Selskabet var i forbindelse med ændringerne af Selskabets statutter, som førte til modifikationer af det antal af nye medlemmer, der vælges hver år. Disse ændringer blev i øvrigt vedtaget på det sidste møde i Selskabet, som Allan deltog i den 7 december 1995.

I 1971 blev Allan, som kun 35 årig, direktør for Atomenergi-kommissionens Forsøgs-anlæg Risø, som det hed dengang. Han havde på forhånd gjort op med sig selv, at det kun skulle vare 5 år, så ville han tilbage til forskningen igen.

Han blev en god direktør for Risø i en vanskelig periode i Risø liv, hvor oppositionen mod kernekraft var stærkt voksende i befolkningen. Det førte til voldsomme debatter i medierne om atomkraft og til diskussioner om Risøs rolle. I denne debat søgte Allan hele tiden at bringe rationelle og faktuelle elementer ind i de stærkt følelsesladede diskussioner. Men som bekendt besluttede

Folketinget, under indtryk af den kraftige folkestemning, at Danmark ikke skulle have atomkraft, og Risø rettede som konsekvens heraf sin virksomhed mod andre mål.

Allan havde i disse år stor betydning for Risø. Han lagde afgørende vægt på den videnskabelige kvalitet af Risøs forskning og var en fremragende repræsentant for Risø i den videnskabelige verden.

Senere – da Risø var blevet omdannet til et forskningscenter med egen bestyrelse – blev han et værdifuldt medlem af bestyrelsen, der altid fremhævede betydningen af et kraftigt element af grundforskning af høj kvalitet i Risøs forskning.

Allan var også direktør for Nordita i en periode – fra 1979 til 1984 – hvor Nordita udvidede sine aktiviteter til nye områder inden for fysikken, blandt andet faststoffysik. Allan gjorde et stort arbejde for at tilpasse Nordita's organisation til nye tider.

I de senere år engagerede Allan sig i stigende grad i videnskabs-historie, især i den første del af dette århundrede med de epokegørende opdagelser, der førte til udviklingen af kvantemekanikken. Han interesserede sig for eksempel meget for Rutherford og Bohr, og gjorde mange interessante nye observationer. I et foredrag fra 1992 om »The Crocodile and The Elephant«, diskuterer han forskelle og ligheder mellem disse to store fysikere og deres specielle form for samarbejde.

I andre tilfælde påviser han væsentlige bidrag til de store opdagelser fra hidtil upåagtede forskere i den spændende periode i første halvdel af dette århundrede.

Det gælder for eksempel hans fremhævelse af John Vincent Atanasoff, som den sande opfinder af den elektroniske digitale computer. Allan påviste i artikler i *Physics Today* og *Scientific American* i 1987 og 88, at Atanasoff allerede i 1939, mens han var professor ved Iowa State University, udtænkte de væsentlige principper for elektronisk databehandling – for eksempel brugen af det binære talsystem – og byggede den første elektroniske computer længe før andre, som senere fik æren for opfindelsen. Atanasoff fik dog senere »The 1990 Medal of Technology« af Præsident Bush som anerkendelse af sit arbejde blandt andet som følge af Allans indsats.

Et andet eksempel er Allans påvisning af den engelske fysiker Charles Drummond Ellis's betydning for opdagelsen af neutrino-

en. I et foredrag her i Videnskabernes Selskab i september sidste år talte Allan om Ellis's rolle som den tredje mand i samarbejdet med de to store engelske fysikere Rutherford og Chadwick. Ellis stod i skyggen af de to andre, der begge var nobelpristagere, og opnåede aldrig selv den anerkendelse han fortjente. Ellis største fortjeneste var hans eksperimentelle undersøgelser af beta-henfald og påvisningen den kontinuerte natur af beta-spektret, der førte Pauli til at indføre neutrinoen – en opdagelse Ellis selv var meget tæt på at gøre.

På internationalt plan gjorde Allan sig stærkt gældende. Mest bemærkelsesværdigt inden for European Physical Society (EPS). Han blev præsident for EPS i 1980, samme år som Sovjet regeringen dømte Sakharov til eksil i Gorki. Dette gjorde et stærkt indtryk på Allan og kom til at præge hans to år som formand for EPS. Han gjorde personligt en stor indsats for at få de sovjetiske myndigheder i tale, og oprettede en ny »Advisory Committee on Scientific Freedom« inden for EPS med det formål at tage sig af dette og andre angreb på den videnskabelige frihed.

For Risø spillede Allan i de senere år en meget vigtig rolle som bindeled til Europakommissionen i Bruxelles i forbindelse med anvendelsen af Risøs neutronspektrometre ved DR3, som en EU-støttet brugerfacilitet for europæiske forskere. Den sidste dag i sit liv tilbragte Allan på Risø med at udvælge eksperimenter til udførelse på DR3 under kontrakten med EU, hvorefter han gav sit foredrag om opdagelsen af neutrinoen for godt 60 år siden.

Allan modtog i løbet af sin karriere talrige æresbevisninger for sine videnskabelige kvalifikationer. Blandt de mest fremtrædende var hans medlemskab af Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Det Norske Videnskapsakademi og Royal Society of London, og hans æresdoktorgrad ved Uppsala Universitet.

Men han var i mindst lige så højt grad værdsat for sine fine menneskelige egenskaber. Han var utrættelig i sine bestræbelser for at hjælpe og støtte kolleger og venner både fagligt og personligt. Det var kendetegnende for Allan, at han var meget bevidst om betydningen af alle medarbejders indsats, og han gjorde et meget stort arbejde for at alle skulle få den anerkendelse, de fortjente.

Han var hæderlig i alle sine handlinger og altid parat til at kæmpe for en retfærdig sag.
Æret være hans minde.