

NIELS BOHR

NIELS BOHR

NIELS BOHR

*Hans liv og virke
fortalt af en kreds af venner
og medarbejdere*

J. H. SCHULTZ FORLAG · KØBENHAVN 1964

2. oplag



BY AAGE BOHR

1964

PRINTED IN DENMARK

BY J. H. SCHULTZ UNIVERSITETSBOGTRYKKERI

Indhold

Forord	7
Barndom og ungdom	9
LÉON ROSENFELD og ERIK RÜDINGER: Gennembrudsårene 1911–1918	36
OSKAR KLEIN: Glimt af Niels Bohr som forsker og tænker	71
WERNER HEISENBERG: Kvanteteorien og dens fortolkning	90
HENDRIK G. B. CASIMIR: Erindringer fra årene 1929–1931	104
LÉON ROSENFELD: Komplementaritetssynspunktet kon- solideres og udbygges	109
OTTO ROBERT FRISCH: Interessen samler sig omkring atomkernen	132
STEFAN ROZENTAL: Fyrrerne og halvtredserne	145
AAGE BOHR: Krigens år og atomvåbnenes perspektiver .	184
ABRAHAM PAIS: Minder fra efterkrigstiden	207
JØRGEN KALCKAR: Forholdet til de yngste disciple . . .	219
CHRISTIAN MØLLER og MOGENS PIHL: Niels Bohrs indsats i fysikken	234
VIKTOR F. WEISSKOPF: Niels Bohr og internationalt viden- skabeligt samarbejde	254
JOHANNES PEDERSEN: Niels Bohr og Det Kongelige Dan- ske Videnskabernes Selskab	259
VIGGO KAMPMANN: Niels Bohr og Risø	272
MOGENS PIHL: Niels Bohr og det danske samfund	281
RICHARD COURANT: Halvtreds års venskab	292
PAUL A. M. DIRAC: Niels Bohrs alsidighed	297
HANS HENRIK KOCH: Træk af et samarbejde	301
WILLIAM SCHARFF: Minder fra Tisvilde	306
MOGENS ANDERSEN: En stemning	311
HANS BOHR: Om Far	315
Åbent brev til De Forenede Nationer af Niels Bohr . .	328
Kronologisk oversigt	341

Forord

Tanken om at udgive en bog om Niels Bohr, hvori man kunne give bredere kredse et indtryk af den betydning, som hans arbejde har haft såvel inden for den fysiske videnskab som på andre områder, går omtrent 15 år tilbage i tiden, men har ikke tidligere kunnet realiseres. Det var meningen, at en række af dem, som havde været knyttet til Niels Bohr, det være sig som familiemedlemmer, som skole- eller studiekammerater eller som videnskabelige medarbejdere, og som i hver sin periode på nært hold havde fulgt hans liv og virke, skulle berette derom og på denne måde i fællesskab give et alsidigt billede af Niels Bohrs udvikling og mangeartede virksomhed. En fortælling om, hvorledes Niels Bohr arbejdede, og hvordan det menneske var, der gennem mange år stod som den centrale figur i atomvidenskabens, og fra hvem der udgik impulser til fysikere i hele verden, ville også blive en fortælling om fysikkens historie i de sidste fem decennier.

En kreds af Niels Bohrs venner og medarbejdere fra tidligere og senere år har ment, at tiden nu var inde til at gennemføre planen. Fra begyndelsen var det imidlertid klart, at bogen nok skulle danne en helhed, men at det ikke var muligt at give den et homogent præg, og at dette heller ikke burde tilstræbes. De enkelte medforfattere skulle netop bygge på personlige oplevelser og derved give bogen dens særpræg og dokumentariske værdi. Man har forsøgt at fremstille Niels Bohrs videnskabelige indsats på en sådan måde, at læsere uden særlige forudsætninger vil kunne få et indtryk af Bohrs tankeverden og af samspillet mellem videnskabsmanden og mennesket. Det har ikke kunnet undgås, at der i visse afsnit forekommer lidt vanskeligere tilgængelige stykker men disse er ikke væsentlige for forståelsen af det øvrige.

Som supplement til de afsnit, der omhandler Niels Bohrs arbejde i videnskaben, og for at lette forståelsen af disse, indeholder bogen et særligt afsnit, der giver en samlet populær fremstilling af Niels Bohrs indsats i fysikken. Forfatterne af dette afsnit, Christian Møller og Mogens Pihl,

har naturligvis i vid udstrækning måtte tilpasse deres fremstilling til indholdet i de andre bidrag, og de vil i denne forbindelse gerne udtrykke deres taknemmelighed for den støtte, de har modtaget fra andre medarbejdere. Af hensyn til de læsere, der kunne ønske at trænge lidt dybere ind i de her omtalte problemer, har de samme forfattere skrevet en noget mere omfattende elementær fremstilling af atomfysikkens grundlag, der udkommer samtidig med nærværende bog.

Bogens indhold falder i tre dele. Den første dækker de forskellige perioder af Niels Bohrs liv og videnskabelige virksomhed. Desværre er mange af de personer, der var blandt de nærmeste til at medvirke ved denne bog, gået bort, i første række Harald Bohr, Paula Strelitz, Ole Chievitz, H. M. Hansen, Hans Kramers og Wolfgang Pauli. Deres førstehåndsviden om udviklingen i de tidligere år af Niels Bohrs liv kan ikke erstattes. De to afsnit i bogen, der dækker denne periode, og hvoraf det første, der omhandler ungdomsårene indtil omkring 1911, er blevet udarbejdet af David Jens Adler, måtte derfor hovedsageligt støtte sig til, hvad der findes af kilder i form af breve, andre dokumenter samt ungdomsvenners erindringer. Dette kildemateriale er også i vidt omfang blevet udnyttet ved udarbejdelsen af de øvrige afsnit for at sikre en så nøjagtig fremstilling som muligt.

Anden del indeholder en række bidrag, som illustrerer Niels Bohrs omfattende interesser og indsats på andre områder end det rent videnskabelige, og bogen afsluttes med nogle få bidrag formet som personlige minder. Som tillæg til bogen bringes en kronologisk oversigt samt teksten til »Åbent Brev til De Forenede Nationer« fra 1950, hvori Niels Bohr nedlagde tanker, der lå ham særlig stærkt på sinde i de senere år af hans liv, og som stadig besidder stor aktualitet.

Redaktionen af bogen er foregået som et samarbejde mellem nogle af bidragyderne, der også ønsker at fremhæve den store støtte, fru Margrethe Bohr har ydet dette arbejde.

Stefan Rozental

Barndom og ungdom

Niels Bohr blev født den 7. oktober 1885 i det gamle palæ Ved Stranden 14 i København, der den gang tilhørte hans mormor. Det hjem, der dannede rammen om hans og hans yngre søskende Haralds og Jennys barndom og ungdom var i sjælden grad præget af åbenhed og finhed. Hverken Niels Bohr eller hans søskende har efterladt sig skriftlige erindringer herom; men fra Niels og Harald Bohrs levende beretninger aftegner det sig alligevel med nogenlunde tydelighed. Hertil kommer, at mange udenforstående har været i stand til at skildre dette hjems enestående atmosfære, idet et af dets mest fremtrædende træk netop var gæstfriheden.

Niels Bohrs far var den internationalt kendte fysiolog professor Christian Bohr, som var født i 1855 som søn af skolebestyrer, senere professor H. G. C. Bohr og dennes hustru født Rimstad. I 1878 tog Christian Bohr medicinsk embedseksamen, men han kom aldrig til at praktisere som læge. Oprindeligt ville han have været zoolog, men Japetus Steenstrup overtalte ham til først at blive mediciner – måske ud fra en fornemmelse af, at Christian Bohrs evner og interesser mere lå for de eksakte end for de rent empiriske, naturhistoriske discipliner af naturvidenskaben. I alle tilfælde får man indtrykket af, at dette virkelig var tilfældet, når man læser en erindringsnotits, Christian Bohr efterlod sig om sin barndom. Det hedder heri bl. a.:

»Når jeg skal omtale den tid af min tidligste barndom, som jeg selv har nogen klar erindring om, så er den som hele mit følgende liv præget i højeste grad af en enkelt evne, om jeg tør kalde den sådan, der går tilbage så langt, jeg kan huske, der aldrig, tør jeg sige, nogen uge, ja knap nok nogen dag har været ude af mit sind, og som jeg skylder, at mit liv har bevaret nogen sammenhæng, og at jeg i ingen periode, trods ikke få mindre heldige anlæg, er kommet bort fra en alvorlig uselvsk stræben.

Jeg sigter her til den lyst for naturvidenskab, eller rettere for visse sider af naturforskning. Jeg er ganske vis på, at jeg var i besiddelse af denne lyst i mit 9. år under væsentlig samme form, som den endnu behersker mig. Når jeg skal nærmere beskrive den, tror jeg, det sker bedst ved at betegne

den som et instinkt; det har ganske vist ikke været hensynet til livsstilling eller slikt, der har haft nogen andel deri; ikke heller formålet, som har betaget mig. Det er først langt senere i mit liv, at jeg blev taknemmelig for, at denne lyst bragte mig til at virke i en retning – den videnskabelige forskning og oplysning – som jeg ethisk set sætter som en af de højeste. Og jeg erindrer godt, at jeg, da dette blev mig klart, havde den tydeligste forestilling om, hvilken ulykke det havde været for mig om en sådan instinktiv trang ikke havde været af den art, at den naturnødvendigt måtte lede til et formål, jeg kunne agte.

Jeg begyndte tidlig at samle naturhistoriske genstande, og samlingen voksede naturligvis efterhånden til ikke at være så lille i omfang. Jeg samlede på alle naturhistoriske genstande, dog især skeletdele, udstoppede dyr (hvoraf jeg ikke havde mange på grund af deres kostbarhed) og spiritus-eksemplarer. Det må have været lysten til systematisk videnskabelighed, der førte mig til at samle; egentlig samlers lyst ligger mig meget fjernt, og jeg tror aldrig (eller i hvert fald så kort tid, at jeg ikke husker det) at jeg har samlet på frimærker eller noget sådant. Ikke desto mindre har jeg ingen anlæg for den egentlige naturhistorie; jeg savner evnen til at genkende dyrs og planters form, og jeg har ingen interesse for artsbestemmelse, ja har endog senere hen haft svært ved at se dens videnskabelige betydning.«

Det er på denne baggrund ikke overraskende, at det under de lægevidenskabelige studier blev den eksperimentelle fysiologi, der fangede Bohrs interesse, og heller ikke, at det i hele hans senere videnskabelige virke inden for fysiologien især blev dennes *fysiske* aspekter, der blev hans hovedområde.

Kun 22 år gammel skrev Christian Bohr sit første videnskabelige arbejde (Om salicylsyrens indflydelse på kødfordøjelsen) og tre år senere, i 1880, forsvarede han sin disputats for den filosofiske doktorgrad ved Københavns Universitet – en afhandling om »fedtkuglerne« i mælk. Det blev dog især arbejder med luftarternes binding i blodet og respirationsforhold i det hele taget, der kom til at præge hans videnskabelige tilværelse. Hans viste her ikke blot en udpræget sans for den minutiøse omhyggelighed, godt eksperimentelt arbejde kræver af sine udøvere, men nærede tillige en aldrig svækket interesse for den almene fortolkning af fysiologiens resultater. Dette gjorde ham til en af de flittigste bidragydere til universitetets årsskrifter, hvori hans klare skildringer af fysiologiens problemstillinger blev udgangspunkt for vidtrækkende og betydningsfulde diskussioner af et af hans samtids filosofiske hovedtemaer – skismaet mellem de »vitalistiske« (el. finalistiske)

synspunkter og den såkaldte mekanicistiske opfattelse af livsprocesserne. Det er givet, at Christian Bohrs interesse for sådanne spørgsmål var medvirkende til Niels Bohrs optagethed af biologien mange år senere. Selv har Niels Bohr hentydet hertil i sit foredrag om »Fysikken og livets problem« i 1957 (se nærmere herom i Rosenfelds afsnit). Tillige bragte den Christian Bohr i nærmere berøring med filosofisk interesserede universitetskolleger, og gjorde hans forhold til videnskabsmænd som Harald Høffding og Vilhelm Thomsen rigere facetteret end man sædvanligvis ser det i kontakten mellem mennesker med så vidt forskellige faglige udgangspunkter. Høffding har i sine »Erindringer« skildret sin forbindelse med Christian Bohr på følgende måde:

»Omtrent fra den tid, jeg her har talt om, gjordes begyndelsen til nogle regelmæssige sammenkomster, som jeg har haft megen glæde af. Den første anledning var, at jeg efter møderne i Videnskabernes Selskab ofte fulgtes med fysiologen Christian Bohr, og at vi da ofte fortsatte samtalen på en kafé. Som fysiolog hørte han, idet han var discipel af Leipzigforskeren Ludwig, til den retning, der strengt vil gennemføre anvendelsen af fysisk-kemiske metoder i fysiologien. Uden for sit laboratorium var han en ivrig Goethedyrker. Når han udtalte sig om praktiske forhold eller om livsanskuelser, var det gerne i paradoksets form og i reglen improviseret. Samtalen fik ved hans indgriben nyt liv. Ved vore kafébesøg efter møder i Videnskabernes Selskab blev fysikeren Christiansen snart tredjemand. Han og Bohr havde mange fælles interesser, da Bohrs fysiologiske metode førte ham til indgående fysiske studier.

Det trekløver, der havde dannet sig, blev ked af kafélivet, og det blev indrettet således, at vi skiftevis fulgtes hjem med hverandre de fredagsaftener, da der var møde i Videnskabernes Selskab. Tillige fik vi nu en fjerdemand i den berømte sprogforsker Vilhelm Thomsen.«

I sit mindeforedrag om Høffding mange år senere i Videnskabernes Selskab fortalte Niels Bohr om den dybe påvirkning, han og hans bror Harald havde fået fra deres allertidligste ungdom ved at få lov til at sidde og lytte til samtalen de aftener, hvor det her omtalte firkløver holdt sammenkomster i Bohrs hjem – ikke så meget en påvirkning af direkte art, men en inspiration til dyb forståelse for den énhed, der ligger i al menneskelig kundskabssøgen uanset om den på overfladen manifesterer sig så vidt forskelligt som hos en biolog, en fysiker, en sprogforsker og en filosof.

Også på et praktisk område som idrætten hørte Christian Bohr til lan-

dets mest utrættelige initiativtagere. Hans interesse for alle engelske forhold gjorde ham til en tilhænger af de forskellige boldspil, der den gang endnu ikke var ret udbredte herhjemme, først og fremmest fodbold. I en nekrolog skrevet af Asmus Diemer (en af sportsmedarbejderne ved datidens københavnske presse) hedder det bl. a.:

»Professor Bohr omfattede studenternes idræt med aldrig svigtende interesse. I de år, da Akademisk Boldklub anlagde sin store bane ude ved Tagensvej, stod han de ledende mænd i klubben bi med råd og dåd. Han hjalp til på alle mulige måder – og han fik maskinen over det døde punkt, hver gang det kneb. Og da så værket var endt, og »alt klappede som det skulle« og det hele foretagende gik støt, da var professor Bohr den glædeste af alle.«

Christian Bohr var også en fremskridtenes mand. Det fortælles, at han jublede, da hans morbrøder, den konservative Christian Rimestad faldt for det radikale venstres repræsentant, Herman Trier, ved rigsdagsvalgene i 1884. Og spørgsmålet om kvindernes ligestilling og selvstændiggørelse var et af dem, han viede stor energi. Bl. a. påtog han sig at undervise et par hold af voksne, kvindelige elever til studentereksamen. På det ene af disse hold var den unge Ellen Adler. For hendes vedkommende førte artium dog ikke til videre studier ved Universitetet. Lærer og elev forelskede sig i hinanden og blev gift.

Ellen Adler, som Christian Bohr giftede sig med i 1881 var datter af bankier D. B. Adler, der var ret kendt i sin samtid som finansmand ved sin deltagelse i grundlæggelsen af flere betydelige pengeinstitutter (bl. a. Privatbanken sammen med C. F. Tietgen, Københavns Handelsbank (som hovedinitiativtager) og Ny Jydske Købstad Kreditforening). Tillige var han en energisk politiker og blev flere gange valgt til lands- og folketing af de nationalliberale, hvis venstrefløj han tilhørte. (D. B. Adler var umiddelbart før sin død den første, der fra folketingets talerstol protesterede imod Estrups provisorier).

Ved siden af Christian Bohr blev den blide Ellen det elskede midtpunkt i den stadig større kreds af samtidens intellektuelle, der gæstede deres smukke hjem i det gamle kirurgiske akademi i Bredgade. Niels Bohrs nære ven fra barndommen, den senere professor i kirurgi ved Københavns Universitet Ole Chievitz, udtalte ved hendes død i 1932:

»Og over det hele kastede Ellen Bohrs elskelighed sit varmende skær, thi

elskelighed var hendes væsen, den var så stor, at jeg kan tænke mig, at folk, der traf hende første gang, har tænkt, det måtte være noget påtaget; men mange gange skulle man ikke være sammen med hende for at opdage, det som alt andet hos Ellen Bohr var sandt, oprigtigt og stærkt. – Det var uselviskhed, der søger sin lige . . .«

Det er næppe nogen overdrivelse at sige, at Niels og Harald Bohr voksede op i et hjem, der ikke blot intellektuelt men tillige i udsyn og menneskelighed var blandt datidens fornemste. Og i sjælden grad evnede Christian og Ellen Bohr at give deres børn en opdragelse, der samtidig med at udvikle deres sans for de høje kulturelle og menneskelige værdier, der var så naturligt et led i hjemmet, i videst mulig udstrækning åbnede spillerum for deres selvstændige udvikling.

Harald Bohr blev almindeligvis anset som den kvikkeste af de to drenge. Men allerede på et meget tidligt tidspunkt var Christian Bohr klar over Niels' store evner og særlige begavelse og rækkevidden af hans tænksomhed. Hans fornemmelse herfor gik så vidt, at han vistnok på et tidspunkt tænkte sig, at Harald ikke skulle være naturvidenskabsmand. Men det lå ham naturligvis fjernt at træffe bestemmelse på sine børns vegne, og det var ham en ubeskrivelig glæde, at Harald allerede med sin doktordisputats i 1910 på strålende måde havde indledt sit virke inden for matematikken, som i årene, der kom, gjorde ham næsten lige så internationalt estimeret blandt matematikere, som Niels Bohr blev blandt fysikerne.

Niels var imidlertid, som Christian Bohr udtrykte det, »den egentlige i familien«, og allerede i den tidligste ungdom sluttede Harald sig hertil.

I modsætning til sin yngre bror, var Niels i barndommen meget optaget af at bruge sine hænder på praktiske opgaver. I første række viste han et godt håndelag for sløjd, hvilket han senere supplerede med at arbejde i metalsløjde – et håndværk, der med sine strenge krav til nøjagtighed gav ham særlig tilfredsstillelse. Men naturligvis hørte også mekaniske ting til hans interessefelt. Netop en historie fra dette område tjener til at illustrere såvel Niels' omhyggelighed som hans fars forståelse af hans særlige anlæg og arbejdsrytme: En cykel var gået i stykker i bagkransen, og på trods af de voksnes protester gik Niels resolut i gang med at skille den ad. Der gik lang tid før han atter begyndte at samle den, og de voksne fornyede deres protester ved bekymret at tilråde, at Niels skulle opgive at lave cyklen og lade en smed se nærmere på den. Men Christian Bohr sagde blot stille: »Lad nu drengen være i fred. Han ved, hvad han gør!« Og efter grundigt at have

studeret de enkelte dele begyndte Niels da også at sætte cyklen sammen, så at den blev så god som ny. Men episoden kunne også illustrere et andet træk ved Niels Bohr som barn – et træk som på en måde genfindes senere i hans tilværelse: Et af de andre børn, en syv år yngre slægtning, fortalte siden, at selvom de i realiteten kun havde været tilskuere, medens Niels arbejdede med cyklen, gav han dem alle en følelse af at være med i arbejdet – at cyklen blev repareret af dem allesammen.

Også en anden episode tjener til at illustrere Niels' omhyggelighed: I 5. klasse havde klassen fået til opgave at tegne et hus med have og hegn omkring. Niels tegnede løs, men da han kom til hegnet gik han hen og talte rafterne; hegnet på tegningen skulle naturligvis have lige så mange rafter som i virkeligheden (se billedplanchen efter s. 16).

Niels og Harald var i barndomsårene – som på en måde også senere – næsten uadskillelige i alt, hvad de foretog sig. Det var derfor dem begge en stor sorg, at de på grund af aldersforskellen ikke kom i skole sammen. Til gengæld »glemte« Niels ikke Harald i skolen, hvilket bl. a. viste sig, da Niels fik sløjd. Ihærdigt gik han her igang med at bygge et dukketeater til sin yngre bror, og det var en stor skuffelse for ham, da læreren forklarede, at han ikke kunne tage det træ med hjem, som var beregnet for skolens sløjdundervisning, og at han følgelig ikke kunne fuldføre dette private projekt. (Dukke-teateret blev dog snart lavet, idet Christian Bohr forærede drengene både høvlebænk og værktøj – senere suppleret med en drejebænk, da Niels' interesse for metalarbejde kom for dagen).

Om Niels Bohrs skoletid ved man kun i spredte glimt. I skolen var han utvivlsomt dygtig uden at brillere, men allerede meget tidligt har han røbet forbløffende evner for at se tingenes mere fundamentale sammenhænge. Karakteristisk i så henseende er en lille anekdote, som vist nok skriver sig fra da Niels var ca. 3 år: På en lille spadseretur havde hans far vist ham et træ, og var begyndt at fortælle – som man nu taler til børn – om hvor smukt stammen deler sig i grene, og grenene i endnu tyndere grene for til sidst at ende i blade. Efter at have hørt lidt på det, skal Niels have udbrudt: »Jamen hvis det ikke var sådan, så var der jo heller ikke noget træ!«

Niels Bohrs »værste« fag var utvivlsomt dansk stil. Han kom vel simpelt hen aldrig helt til at mestre de tilfældige, formelle krav, der også den gang stilledes i dette skolefag, og utallige er anekdoterne om Niels' danske stile. Især synes Niels at have haft svært ved at imødekomme kravet om, at stilene skulle være forsynet med en tilpas intetsigende indledning og afslutning.

Dette førte bl. a. til følgende knappe besvarelse af stileemnet: »En tur i havnen«: »Min bror og jeg gik en tur i havnen. Dér så vi skibe losse og lade.« Niels skal iøvrigt selv have været meget begejstret for allitterationen i ordene »losse« og »lade«. Men lærerens gentagne krav om indledning og afslutning på stilene, animerede også ofte Niels' humoristiske sans, som i en stil om metallerne, hvis sidste linie kom til at lyde: »Som afslutning vil jeg nævne Aluminium«, eller som i et respektløst forslag til indledning, som han drøftede med sin bror, men som dog aldrig kom dansk læreren for øje: Emnet var »Naturkræfternes anvendelse i hjemmet«, og Niels' forslag var, at stilen skulle indledes: »I vort hjem anvender vi ikke naturkræfterne«!

Christian Bohr har sikkert følt særlige forudsætninger for at forstå Niels' vanskeligheder i skriftlig dansk. For i den tidligere citerede erindringsoptegnelse har han antydnet sit eget dårlige forhold til dette fag på følgende måde:

»Medens jeg altså nærrede en jævn interesse for de fleste fag, jeg blev undervist i, var der to discipliner, som jeg afskyede. Den ene var den fri danske stil. Jeg antager, at jeg trods en del læsning af skønlitteratur var sildigt udviklet med hensyn til de evner, at give en behagelig fremstilling af et sujet man ikke magter til fulde. Noget overdrevne har måske også fordringerne på dette punkt været. Opgaven til studentereksamen i dette fag lød på, hvorledes man opdrages i modgangens skole. Der skulle en vel bitter ungdom eller usædvanlig fantasi til som 17-årig at levere noget plausibelt om et sådant emne. Det meste, man får frem er vist unatur og usandhed.«

Men bortset fra dansk stil var Niels en dygtig og interesseret elev, og efterhånden viste hans særlige naturvidenskabelige begavelse sig suverænt i fag som fysik og matematik. Det kom så vidt, at han begyndte at kritisere forskelligt i skolens fysik-bog som forkert. Da en af kammeraterne bekymret spurgte, hvad han ville gøre, hvis han til eksamen kom op i et af de »forkerte« afsnit, svarede Niels som den selvfølgeligste sag i verden: »Naturligvis fortælle, hvordan tingene i virkeligheden hænger sammen!«

Niels Bohrs interesse begrænsede sig dog ikke til de fag, hvor hans særlige evner bedst kom til deres ret. Han arbejdede meget med både sprog og historie, og skrev udmærkede latinske stile. Hans flid inden for sådanne fag førte til, at Niels blev nummer ét af sin klasse til studentereksamen med karakteren: udmærkelse.

Hans klassekammerat Alb. V. Jørgensen, som stod Niels Bohr nær livet igennem, ikke mindst i de senere år, har berettet følgende i nogle spredte erindringsglimt fra skoletiden:

»Jeg ved ikke, om man nu – som et led i dansk-undervisningen – praktiserer den kunst i skolerne at lade eleverne fremsige udenadlærte vers. I vor tid var det i hvert fald tilfældet. Og for denne kunst havde Niels særlig evne og anlæg (ligesom hans valg af digterværker var egenartet og godt). Han fremsagde versene i en lidt messeagtig, langsom og drømmende tone. Jeg vil ikke tro, at Niels nogensinde selv har givet sig af med at gøre vers, men der er ikke tvivl om, at han havde lyrisk sans.

Jeg har det indtryk, at Niels ikke var ærgerrig (han var bestemt ingen »duksedreng«) og ikke af denne egenskab (eller last) drevet til sine gode præstationer. Senere hen i livet har jeg gennem hans egne udtalelser forstået, at hans moster, skoleforstanderinde [rektor] frk. Hanna Adler, var ærgerrig på hans vegne. Men jeg tror ikke, at hun »praktiserede« denne ærgerrighed, og jeg vil stadig mene, at Niels' dygtighed demonstrerede sig som en naturlig og ligetil ting uden særlige anstrengelser. Han tænkte meget hurtigt, og jeg husker adskillige lejligheder, hvor hans tanker løb hurtigere end hans evner til at betjene sig af svamp etc. ved den sorte tavle, hvilket bevirkede, at han med fingrene (og ærmerne) viskede ud på tavlen, efterhånden som hans tanke krævede nye tal og figurer. Hverken han eller tavlen så godt ud bagefter.«

Niels Bohrs klasse hørte med til det sidste hold studenter under den gamle ordning før almenskoleloven af 1903, og studentereksamen havde den gang ingen eftergivenhed i form af reduceret pensum eller fag, der ikke skulle opgives. Der fordredes derfor af alle en god indsats af flid og opmærksomhed, hvilket måske blev fremmet yderligere ved en betydeligt strengere disciplin, end den man kender nu. Som et tidsbillede har en anden af Niels' klassekammerater, Aage Berlème berettet følgende lille træk fra skolen:

»Gymnastiklæreren Swendsen, fhv. sergeant, blev syg, og sergeant Petersen skulle vikariere. Før første time tog nu Petersen Ole Chievitz, klassens ældste, til side, og rettede følgende spørgsmål til ham: »Sig mig Ole, *tævede* Swendsen jer majet? For jeg vil gerne føre undervisningen videre i samme *ånd*.«

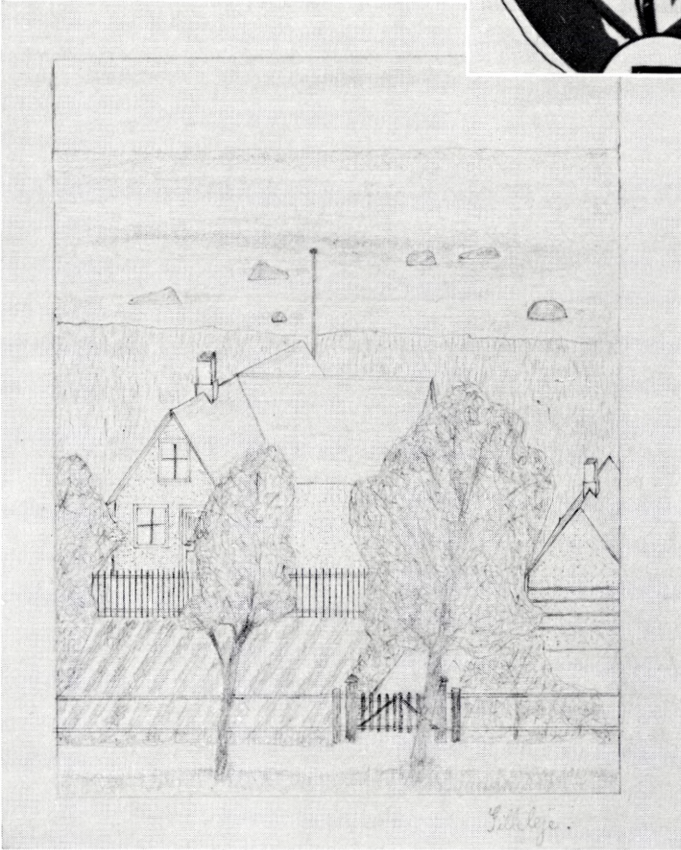
Men dette træk i skolelivet medvirkede naturligvis på den anden side til et godt sammenhold i klasserne, og dette gjaldt ikke mindst Bohrs klasse, som iøvrigt efterhånden gjorde Niels til en art midtpunkt. Ole Chievitz fortalte om det en gang på følgende måde:

»Jeg husker tydeligt, hvorledes vi allesammen allerede den gang var imponerede af ham som menneske. Det var så decideret Bohrs form og personlighed, der prægede klassen som helhed.«

Barnebillede



Tegning udført af Niels Bohr, da han var 11 år gammel. Detaljerne er gengivet med stor nøjagtighed





Niels Bohrs forældre, professor Christian Bohr og hans hustru Ellen født Adler

Foruden hjemmet og skolen blev Nærumgaard – mormoderens landsted nord for København – det naturlige midtpunkt i Niels og Haralds barndom og tidligste ungdom. I 1908 blev Nærumgaard skænket Københavns Kommune til brug for et børnehjem i overensstemmelse med D. B. Adlers og hans hustrus testamentariske ønsker. Ved overdragelsen bestemtes det, at der i børnehjemmets bestyrelse skulle sidde en repræsentant for familien for de første to generationer af D. B. Adlers efterkommere, og det kom sig mange år senere således, at Niels Bohr i de sidste to år af sit liv beklædte dette hverv. Han blev således på en måde medansvarlig ved ledelsen af den institution, som i da mere end et halvt århundrede havde haft til huse det sted, hvor han umiddelbart før børnehjemmets oprettelse havde skrevet sin første videnskabelige afhandling.

Et billede af Niels Bohr på Nærumgaard er givet af en slægtning, den tysk-fødte Paula Strelitz, der tilbragte store dele af sin barndom her i landet, og som senere bosatte sig fast og kom til at stå Niels Bohr og hans familie overordentlig nær:

»Når man tænker langt tilbage, prøver at huske sin barndoms verden, bliver det til enkelte billeder. Et barn fastholder ikke en kontinuerlig udvikling. For den, der skriver disse linier, melder sig i første række billeder fra Nærumgaard, hvor den Bohr'ske familie tilbragte sommerferierne hos mormoderen, Jenny Adler, hvis store, stærke personlighed, hvis retssind og godhed helt naturlig gjorde hende til det store hjems midtpunkt og leder. Hun var sine børnebørns elskede ideal. I den store spisestue ved det lange bord sad hun for bordenden – jeg mindes ikke, at det nogensinde var »fine« gæster, der blev placeret ved hendes side. Til højre og venstre for hende sad børnene, i god afstand fra deres forældre. Ingen fare for »opdragelse« ved bordet. De var ikke mere artige end andre børn, men de var trygge og glade og spiste pænt, hvad hun (mormor, farmor, tante Jenny) gav dem. Jeg mindes, at Niels engang dækkede rødgrøden med et overordentligt bjergformet lag af sukker; det så vældigt fint ud. Men hans far, hvis skarpe blik på afstand havde fulgt foretagendet, bemærkede fra den anden ende af bordet: »Men Niels dog!« Mormoderen svarede sagte, men bestemt: »Han må vel trænge til det.««

Det var måske især på Nærumgaard, at Niels og Harald kom til at stå deres moster Hanna så særlig nær. Hanna Adler var to år ældre end Ellen Bohr, og skal fra barndommen have været sin yngre søster en art beskytter på den mest rørende måde. I den bog, der blev udgivet til Hanna Adlers

minde i anledning af, at hun i 1959 ville have været fyldt 100 år, skrev Niels Bohr i forordet:

»Fra min tidligste barndom har jeg levende erindringer om hendes aktive og kærlige deltagelse i alt, hvad der angik hendes søskende og deres børn. Selvom min broder Harald og jeg ikke direkte hørte til eleverne på skolen, delte vi med dem »Moster Hanna«s opdragende indflydelse. Når hun kunne frigøre sig fra skolearbejdet, førte hun os om søndagene omkring på Københavns naturhistoriske og etnografiske samlinger og kunstmuseer, og i sommerferierne på Nærumgaard, hvor hun færdedes med os til fods eller på cykel i omegnens skove og enge, lærte vi både om naturen og om menneskelivet, medens hun i spøg og alvor talte med os om alt, der kunne fange vor fantasi.«

Niels Bohr bevarede livet igennem nær kontakt med flere af sine klassekammerater – Alb. V. Jørgensen og Aage Berlème, som allerede er nævnt, og Carl Johan Michelsen. Men i særlig grad sluttede Niels Bohr sig til én enkelt nemlig Ole Chievitz, hvis far var professor i anatomi ved Københavns Universitet, og herigennem kollega til og nær ven af Christian Bohr.

Få mennesker kunne vel i deres ydre form tænkes mere forskellige end Niels Bohr og Ole Chievitz. Chievitz var impulsiv og altid fristet til at formulere et skarpt standpunkt. På en række områder var det uundgåeligt at Bohrs og Chievitz' synspunkter kom til at divergere, men det var som om alle meningsforskelligheder op gennem livet bandt dem endnu tættere til hinanden, og der kom aldrig nogen rift i det kammeratskab, som blev grundet da de delte skolepult de sidste seks år før studentereksamen i Gammelholm Latin og Realskole.

Den dybe, gensidige beundring Niels Bohr og Ole Chievitz følte for hinanden – og måske ikke mindst for de sider hos hinanden, der kontrasterede mest – har ved et par enkelte lejligheder fundet et offentligt udtryk: Ved Ole Chievitz' død talte Niels Bohr ved den store højtidelighed i Frue Kirke om vennen og sagde ved den lejlighed bl. a.:

»Rent umiddelbart vandt han allerede i skoletiden alles respekt gennem sin uafhængighed og sandhedskærlighed og sin evne til at gribe enhver sags kerne. Ved sin trang til at kaste sig ind i kampen for, hvad han mente var ret, kunne Ole jo ofte blandt jævnaldrende blive en stridens fane, men alle forenedes vi i beundringen for hans ligefremhed og frygtesløshed, der sammen med hans begejstring og handlekraft gjorde ham til en så god kammerat.«

»På mange måde var Ole Chievitz noget ganske for sig selv, men samtidig forbandtes i hans hele væsen på forunderlig vis alle de træk, der kendetegner det søgende og kæmpende menneske. Hvor lidenskabelig hans stillingtagen end kunne være og hans trang til at give den udslag i handling, besad han med al sin styrke en hjertevarmende mildhed, som han, omend ofte forgæves, kunne gøre sig store anstrengelser for at skjule. Både retfærdighedssans og kærlighedsfølelse var hos ham udviklet som hos få, men han forbandt dermed den store personligheds evne til uden vaklen at skønne, hvad forholdene i hvert øjeblik krævede af ham. Det lå ham ganske fjernt på forhånd at stræbe efter samtykke; tværtimod kunne han mere eller mindre på skrømt søge at bringe modsætninger frem. Ved sådanne lejligheder, der altid gav anledning til selvprøvelse, mærkede man måske stærkest dybden og varmen af hans sind og kom, om muligt, til at holde endnu mere af ham.«

Knap et år tidligere – i anledning af Bohrs 60-års fødselsdag – udtalte Chievitz sig i et dagbladsinterview på spørgsmålet:

– Hvilket træk sætter De størst pris på hos Bohr?

»Hans godhed . . . Lad os ikke nævne eksempler. Det ville Bohr ikke bryde sig om. De må nøjes med at tro mig på mit ord, når jeg siger, at han er god i stort som i småt. Ja, der er ingen fødselsdagsoverdrivelse fra min side, når jeg siger, at jeg regner ham for verdens bedste menneske!«

Denne gensidige hengivenhed og beundring forhindrede ikke Chievitz – der såvel af natur som ved kammeratskabets nærhed kunne frigøre sig for al imponerthed – i at sige Bohr imod for spøg i både naturvidenskabelige og filosofiske diskussioner og at gøre ham til genstand for et fantasirigt og respektløst vid, Bohr selv var den første til at goutere. Et af de mest umiddelbare billeder af denne side af de to kammeraters forhold fremgår af nogle »logbøger« (for en stor del ført af Chievitz) fra sejskibet »Chita«, som han og Bohr i fællesskab med kemikeren Niels Bjerrum og xylografen Holger Hendriksen indkøbte i 1926, og hvormed de fire venner i de nærmestfølgende otte år foretog både korte ture og langfarter. Egentlig var det meningen, at log-bøgerne skulle være forbeholdt skipperen (Niels Bjerrums) nøgterne optegnelser af rent sejladmæssig betydning, men meget snart blev det bådelagets styrmand, Ole Chievitz, og Holger Hendriksen – »overskibslægen« og »forskeren og menneskevennen«, som de kaldte hinanden – der bemægtigede sig bogen for at benytte den til vittige og respektløse fantasier over livet om bord og turenes deltagere.

Et alment billede af Niels Bohrs deltagelse i sejlturene med Chita har Niels Bjerrum tegnet i en efterladt optegnelse, hvori det bl. a. hedder:

»Med Bohr ombord var der altid, når han da ikke lå og hvilede sig eller sov i kahytten, samtaler og drøftelser i gang. Bohr har jo en mærkelig evne til at sætte tanker i gang hos sine omgivelser, så de føler sig meget klogere end ellers. Han har også en mærkelig evne til i øjeblikkets dagligdags iagttagelser at finde problemer. Når han så månestriben i vandet, blev det til et problem at udlede, hvorfor det blev til en stribe og ikke blot til en stor plet. Når vi med vore sejl arbejdede os op mod vinden, blev det til et problem, hvordan dette var muligt.«

Også et andet markant træk hos vennen havde Niels Bjerrum øje for:

»For fuldt ud at kunne vurdere hans sjældne natur må man være klar over, at han op gennem årene har bevaret drengen i sig, bevaret drengens legelyst og drengens nysgerrighed, hvilket sidste naturligvis er en meget vigtig ting for en naturforsker. Drengen i Bohr viser sig på mange måder. Bohr har altid været dygtig til at kaste højt og langt med sten og til at slå smut henad vandet med en sten, og lysten hertil har ikke forladt ham. Jeg erindringer engang, da han besøgte os i Skagen, og vi gik ud til den tilsandede kirke. Her prøvede Bohr at kaste sten over den. Da det var alt for let for ham, fandt han på at kaste sten op og få dem til at ligge uden for lemmene i de to glugger i 1. og 2. sals højde i tårnet, men også det var for let, og Bohr, der blev ivrigere og ivrigere, fandt så på at kaste sten ind gennem de små huller i lemmene, og da dette var lykkedes, fandt han på at vi skulle prøve på at kaste vore stokke op og få dem til at stå udenfor lemmene, og da dette var lykkedes, gjaldt det om med stenkast at få dem til at falde ned. Til sidst fik han os til at prøve at få stokkene til at hænge der oppe med håndtaget inde i lemmenes huller, hvilket virkelig lykkedes. Nu opgav vi andre at få dem ned igen ved stenkast, men Bohr fortsatte og var lykkelig, da det til sidst lykkedes ham.«

Men gennem alle små og store skildringer og erindringsbilleder fra Niels Bohrs barndom og tidligste ungdom (og i en vis udstrækning fra hans senere tilværelse) træder som en rød tråd fremfor noget andet den uadskillelighed, der kendetegnede forholdet mellem de to brødre Niels og Harald Bohr.

Ingen af de to brødre kunne som børn tænke på at foretage sig noget uden at den anden var med. I en af de tidligste erindringer herom fortælles om, hvorledes Niels en hel eftermiddag gik rundt i Nærumgaards park og råbte på Harald. Da en ældre kusine til sidst spurgte: »Hvad vil du Ha-

rald?» svarede han: »Jeg har fået en kryddertvebak, og den vil jeg dele med Harald.«

Som barn regnedes som nævnt Harald af mange for at være den kvikkeste af de to brødre, og allerede som 17-årig, kun ét år efter sin to år ældre bror, blev Harald student, og kun 22 år gammel forsvarede han i januar 1910 sin doktordisputats – »Bidrag til de Dirichlet'ske Rækkers Theori« – der blev optakten til en strålende, internationalt højt estimeret videnskabelig indsats i matematikken.

På den tid var Harald Bohr iøvrigt langt den berømteste af de to brødre, ikke så meget på grund af sin videnskabelige begavelse som ud fra det forhold, at han var blandt Danmarks bedste fodboldspillere. Gennem en år-række spillede han half-back på ABs første-hold, og han var med til at vinde sølvmedaljen for Danmark ved Olympiaden i 1908 i London (hvor den britiske sportspresse var rig på lovord om »the shock-headed Dane«). Også Niels var en ivrig fodboldspiller, men drev det dog aldrig videre end til at blive reservemålmand på ABs første-hold i hvilken egenskab han aktivt kun kom til at deltage i ganske enkelte første-holds-kampe. »Joh, Niels var såmænd udmærket; men han var for langsom til at »gå ud«, forklarede hans yngre bror altid drillende senere.

I forholdet mellem de to drenge viste Haralds kvikhed sig måske den gang oftest i hans evner til at drille Niels. Den dybe sans for humor, begge brødre bevarede livet igennem, var hos Harald Bohr forenet med et ligefrem sprudlende vid, hvis første og fornemste skydeskive blev Niels. Skolekammeraten Aage Berlème har gengivet sin erindring af dette træk på følgende måde: »Men den, der drillede Niels mest, og som fortalte de morsomste historier om ham, var Harald, hans yngre bror. Skønt enhver klasse holdt sammen for sig selv og så ned på alle drenge i de lavere klasser, kunne Harald dog, fordi han var bror til Niels, engang imellem få lov til at komme ind i klasseværelset hos os i frikvarteret, eller man nedværdigede sig til at tale med ham på legepladsen, og så var det hans lyst – naturligvis i al venskabelighed – at fortælle om Niels og hans meriter – kort sagt elskede Harald i al venlighed (for brødrene holdt sammen i tykt og tyndt) at gøre Niels lidt til grin.«

Og lige så vittig Harald kunne være på Niels' bekostning, lige så totalt manglede Niels evnen til at drille. Harald Bohr fortalte selv historien om, at han en gang havde fået overtalt Niels til at lege »at vi driller hinanden«. Det blev Haralds tur først, men inden ret længe overgav Niels sig med et

bønligt: »Åh, åh ... hold op ... du *må* ikke mere ...« »Godt« svarede Harald hjerteløst, »så er det din tur!« Niels tænkte sig længe om, og sagde så i et forgæves forsøg på at gøre sin stemme skadefro: »Du har en lille plet på din frakke!«

I 1905 dannedes en kreds af studenter, der kendte hinanden fra Høffdings kollokvier ved filosofikum-undervisningen. Tanken var, at man skulle diskutere filosofiske og videnskabelige spørgsmål, og naturligvis blev både Niels og Harald inviteret til at være med. Kredsen fik navnet Ekliptika, idet deltagerantallet begrænsede sig til tolv. Foruden brødrene Bohr deltog juristen Peter Skov (Danmarks senere gesandt i Moskva), psykologen Edgar Rubin, historikeren Poul og matematikeren Niels Erik Nørlund (der sammen med Niels og Harald Bohr gik under betegnelsen »brødreparrerne«), kunsthistorikeren Vilhelm Slomann, entomologen Kaj Henriksen (senere inspektør ved Zoologisk Museum), den senere departementschef Einar Cohn, sprogforskeren Lis Jacobsen, romansk-filologen Viggo Brøndal og Astrid Lund, der senere blev gift Lunding.

Fortrinsvis med udgangspunkt i Høffdings kollokvier blev det naturligvis i første række filosofiske og erkendelsesteoretiske spørgsmål, der kom på tale. Man samledes i vinterhalvåret et par gange om måneden på à Porta eller lignende café'er, hvor man til langt ud på natten diskuterede aftenens indledningsforedrag og de problemer, der rejste sig i tilknytning hertil. Ingen mindes i dag, hvorvidt Niels og Harald Bohr nogensinde gav et indledningsforedrag, men så meget desto livligere synes de at have deltaget i diskussionerne. Og her kom – sikkert for første gang i en lidt større kreds – det nære forhold i de to brøders tankeverden til udtryk. I en kronik i anledning af Niels Bohrs 70-årsdag i 1955 skildrede Vilhelm Slomann disse Ekliptika-aftener med følgende tilbageblik: »Når diskussionen var ved at ebbe ud, hændte det ofte, at en af dem sagde nogle generøse ord om foredraget og fortsatte så med lav stemme i rivende fart og med voldsom intensitet, men ofte afbrudt af broderen: Deres tankegang syntes koordineret, den ene forbedrede den anden eller sit eget udtryk eller værgede, på en gang heftigt og muntert, om det bedste ord. Tanker skiftede farve og slebes til; det var ikke et forsvar for medbragte meninger, men noget nyt som opstod. Denne tankeform *à deux* var så sammenspillet mellem brødrene, at ingen anden kunne lege med. Formanden lagde stille sin blyant og lod dem have fri bane; kun når alle flyttede tættere sammen om dem, kunne han sige et virkningsløst »højere Niels«.«

Dette billede af Ekliptika-aftenerne leder uvilkårligt tanken hen på den arbejdsmetode, som altid senere skulle blive så karakteristisk for Niels Bohr. Medens Harald Bohr som regel foretrak at arbejde i enrum, blev *samtalen* den måde, hvorigennem Niels Bohr udviklede sine tanker. Forudsætningen for denne arbejds måde var dog ikke alene, at samtaleanden deltager var inde i de videnskabelige problemer eller hvad der nu ellers kunne være på tale, men nok så meget måske, at Niels Bohr følte sig, hvad man med et moderne udtryk ville kalde »på bølgelængde« med den, han talte med. Fællesskab eller forskelle i anskuelser eller konkrete synsmåder var i denne forbindelse selvsagt af mere underordnet betydning; men nødvendigt var det for Niels Bohr at føle et holdningsfællesskab med de mennesker, der på denne måde blev hans intimeste medarbejdere ved løsningen af videnskabelige og samfundsmæssige opgaver eller ved udviklingen af hans tankegang iøvrigt. Niels Bohr kunne simpelthen ikke arbejde, hvis han ikke i sine nærmeste omgivelser fandt den mest fuldkomne harmoni og forståelse.

Specielt i deres tidligste ungdom skrev brødrene i visse perioder forholdsvis hyppigt til hinanden, når de hver for sig var på rejse. En sådan korrespondance er bevaret fra tiden omkring 1910. Udover at turde tjene som belysning af det enestående forhold, som så ufuldkomment er forsøgt antydnet på de foregående sider her, er denne korrespondance også morsom i lyset af, at den tegner et billede af brødrene netop i de år (1909–1911), hvor de begge fik magisterkonferens og doktorgrad.

I foråret 1909 fuldførte Harald Bohr sin magisterkonferens, medens Niels læste til eksamen. For at få ro under læsningen var Niels Bohr taget på ferie til præstegården i Vissenbjerg på Fyn, hvor hans faders unge assistent Holger Møllgaards fader var præst. Den 7. marts 1909 skriver Niels til Harald fra Vissenbjerg:

»Du må endelig ikke blive forskrækket ved at få hele tre kort på een gang, jeg skal nok love ikke at gøre mig skyldig i sådan »uartighed« mere; men da jeg pludselig til min forskrækkelse opdagede, at det andet kort til dig kun indeholdt »vrøvl«, synes jeg at det var nødvendigt også at bringe nogle faktiske oplysninger om min tilværelse herovre i præstegården. Jeg har det da i alle måder ganske storartet, spiser og sover til moders beroligelse (undskyld jeg vrøvler, jeg mente nemlig min egen) forfærdelig meget; men får også bestilt ikke så lidt: Jeg er nu færdig med . . . Dynamik og har læst det meste af, hvad der står i Abraham om vektorregning (meget interessant) og er også begyndt på Christiansens manuskript; det morer mig meget og

den dynamiske indledning indeholder mange morsomme ting, men den gør rigtignok ikke fjerneste forsøg på at efterkomme de fordringer, som du (og forresten også jeg selv) ville stille til en ordentlig begrundet bevægelseslære ...«*)

Dagen efter skriver Niels igen:

»Tusind tak for dit brev; jeg glæder mig så uhyre til at vi en gang skal få rigtigt meget med hinanden at gøre, og jeg håber, at vi begge to skal få stor fornøjelse ud deraf. Du ved slet ikke, hvor meget jeg har lært af dig, navnlig har din gennemgang af Jordan**) på en for mig ganske forbløffende måde lært mig, at det er en alt for omstændelig og aldeles ikke nødvendig (for alle mennesker, nemlig f. eks. den store matematiker) fremgangsmåde at betragte alle spørgsmål som dybe tåger, der kan behandles med større eller mindre grad af »takt« (populært kaldet uomstødelig logik); men at der i hvert fald i matematikken findes en nogenlunde fast bund, på hvilken man, »måske«? dels ved eget arbejde måske dels ved en meget kærkommen hjælp fra før omtalte matematikers side kan komme til at bygge. De bedste hils'ner til hele familien fra din broder N, der glæder sig til snart at se dig igen.«

Niels Bohrs beundring for broderen kommer også til udtryk i et brev skrevet midt under den sidstnævntes eksamen i marts 1909:

»Det var forfærdelig morsomt at høre, at det går så godt med din eksamen selv om det jo ikke var særlig uventet. Jeg kunne i hvert tilfælde ikke på forhånd vide, hvor mange løsninger, du ville give på hver enkelt opgave ...«

Umiddelbart efter eksamensafslutningen i april 1909 rejste Harald Bohr til Göttingen for at studere hos den store tyske matematiker Edmund Landau og den 20. april skriver Niels bl. a.:

»Rigtig mange gange tillykke. Det er jo denne gang ikke en almindelig fødselsdag men en begyndelse til noget helt nyt. Jeg glæder mig så meget på dine vegne til at du må få det rigtigt storartet i Göttingen både med hensyn til din udvikling af din matematiske personlighed og med hensyn til din personlige behagelighed. Jeg sender dig hermed (foruden hvad Mor er så elskelig at sende dig i mit navn) Kierkegaard: Stadier på livets vej. Det er det eneste, jeg har at sende; men jeg tror alligevel ikke, at jeg let

*) Formentlig manuskriptet til den lærebog i fysik, prof. C. udgav et par år senere.

**) Jordan: Cours d'Analyse – en på den tid stærkt benyttet matematikbog om analytiske funktioner.

kunne finde noget bedre. Jeg har i hvert tilfælde haft overordentlig stor fornøjelse af at læse den, jeg synes ligefrem, at det er noget af det dejligste jeg nogensinde har læst. Nu glæder jeg mig til en gang at høre din mening om den. Jeg har det ganske storartet herovre i Vissenbjerg. Her er ganske dejligt nu da det er blevet rigtigt forår, de første anemoner er allerede komne. Som du jo ved har jeg haft den første korrektur. Afhandlingen*) kom alligevel i Transactions, den var nydelig trykt og så omhyggeligt efterset (der var ikke et tal trykt forkert), at det var let for mig at gøre den færdig. Weber**) var så elskværdig at sende mig en afskrift af det »Abstract«, der havde stået i Proceedings***), det viste sig at være mine »Conclusions«, så det var jo meget rart. Med læsningen går det udmærket og jeg begynder at glæde mig til examen, og navnlig glæder jeg mig til de sidste måneder af efteråret, når jeg er færdig, vi skal da have det så rart sammen, jeg går her i enrum og tænker på så mange ting, som jeg glæder mig til at snakke med dig om. Dette er ikke blevet noget rigtigt brev, og langt fra som jeg gerne ville have det; men sagen er, at jeg sidder og jager med at blive færdig for at få det sendt af i rette tid; jeg fik nemlig begyndt så sent, da jeg gerne ville læse Stadierne færdig førend jeg sendte dem af. Du får trøste dig med, at jeg en af de første dage skal sende et nyt brev, jeg vil da denne gang ende med at ønske dig rigtig mange gange tillykke. P.S. Hele familien Møllgaard ønsker magisteren til lykke.«

Selvom den unge Niels Bohr har følt betagelse ved læsningen af Kierkegaards »Stadier på Livets Vej« tilsluttede han sig hverken den gang eller senere fuldt ud Kierkegaards tankegang, hvilket antydes i et nyt brev til Harald, hvori det bl. a. hedder:

»Tusind tak for dit lange brev, det er rigtignok forfærdeligt morsomt at høre fra dig. Mor er så sød at sende dine breve til mig og da jeg ved, at det er ikke så lidt arbejde, når man har meget at bestille at skrive breve, venter jeg derfor ikke brev fra dig, undtagen du skulle føle trang til at udlade dig på fagets vegne, hvad du jo nok ved er yderst velkomment. Jeg er i øjeblikket vildt begejstret for H. Lorentz' (Leiden) elektronteori.

*) Niels Bohr sigter her til sit første videnskabelige arbejde »Determination of the Surface-Tension of Water by the Method of Jet Vibration« – en engelsk udgave af den prisopgave, hvormed han i 1907 vandt Det kgl. Danske Videnskabernes Selskabs guldmedalje.

**) S. Th. Holst Weber var en af Niels Bohrs studiekammerater. Han blev dr. phil. i 1916 og senere dansk generalkonsul i Holland.

***) Proceedings of the Royal Society.

Når du en gang har læst »Stadierne« hvad du endelig ikke må skynde dig med, skal du høre lidt fra mig; jeg har nemlig skrevet nogle bemærkninger op derom (ikke enig med K); men jeg tænker ikke på at være så banal med mit sølle sludder at ville søge at forstyrre indtrykket af så smuk en bog. Det går mig storartet, og jeg går og glæder mig så usigeligt til den dejlige tid, jeg skal tilbringe i København, når jeg er færdig med min examen, inden jeg rejser udenlands . . .«

Men korrespondancen mellem de to brødre var naturligvis ikke énsidig, og det kan på dette sted være naturligt at citere lidt fra Haralds breve fra Göttingen:

»Når jeg kommer hjem og kommer lidt til ro, glæder jeg mig også til at forsøge at trænge lidt ind i den matematiske fysik, så at jeg rigtig kan følge alt hvad du finder på og særligt alt hvad du allerede har hittet på angående de små elektroner.«

»Jeg skal nu til at begynde på min doktorafhandling. De sidste dage har jeg gået og ikke kunnet bestemme mig til om jeg skulle begynde forfra, bagfra eller i midten, og har derfor naturligvis slet ikke fået begyndt. Landau har lånt mig korrekturen til litteraturfortegnelsen i bogen om »Primtallenes fordeling og Dirichlet'ske rækker«; den indeholder 800 forskellige afhandlinger, af hvilke jeg nok må kigge de fleste igennem. Jeg tænker at blive her i Göttingen i det mindste til begyndelsen af september (semesteret hører op den 3-4 august) måske kommer jeg ikke hjem før efter Stockholm rejsen, men så slipper I heller ikke længere for at få mig rigtig hjem igen. Hvornår tænker du at fuldende din examen, til jul eller før? Jeg vil ikke hænge for stærkt i i de første dage, men glæder mig til at læse nogle gode bøger. Jeg har i går anskaffet mig Hoffmann's Märchen og lod mig allerede i går aftes føre lidt ind i hans vidunderlige fantasiverden og glæder mig nu til i eftermiddag at begive mig derind igen. – Jeg har læst en del, spredt, i Kierkegaard; hvad enten det nu kommer af, at jeg i øjeblikket, eller i det hele taget, ikke er rigtig anlagt for K., må jeg sige, at skønt jeg naturligvis må beundre den store kunst og overlegne begavelse, dog ikke føler mig rigtig hendraget dertil, når jeg f. eks. bagefter læser lidt i Wilhelm Meister, hvor man dog på så mange punkter let kan påvise iøjnefaldende man kan næsten sige uheldigheder, er det ligesom jeg lever helt op igen, alt er så meget mere menneskeligt, stort og omfattende. Sikkert har dog også alt det meget rod og dermed følgende jageri, jeg har haft i den senere tid, gjort at jeg trænger til læsning af anden art end K.«

Og som et rørende udtryk for den stærke familiefølelse, der kendetegnede begge brødre, slutter Harald sit brev:

»Det ville være forfærdelig morsomt om vi, når jeg kom hjem kunne læse noget rigtig godt sammen, f. eks. kunne sidde inde hos mor i dagligstuen omkring det forgyldte »stykke« med de 3 ben og den ene eller den anden læse højt for de andre . . .«

I begyndelsen af juli var Niels Bohr færdig med den skriftlige opgave til magisterkonferensen, og han skriver herom til sin bror:

»Tusind tak for alle dine kort. Nu er jeg da heldigvis færdig med skrivet, det er forfærdelig rart selvom jeg ikke som en vis magister kan sige, at jeg er fuldt tilfreds med resultatet. Opgaven var nemlig så stor i omfang, at jeg, med min letløbende pen, måtte lade mig nøje med at få nogle ganske få brudstykker med. Jeg håber dog at censorerne vil lade den slippe igennem, da jeg tror at jeg har fået et par småting med som ikke står andre steder. Disse omtalte småting var dog for størstedelen af negativ art (du ved jo nok at jeg har den slemme vane at tro at finde fejl hos andre). Af mere positivt tror jeg at have givet en antydning af grunden til det måske for dig mindre bekendte faktum, at legeringerne ikke leder elektriciteten så godt som de rene metaller, hvoraf de er sammensat. Jeg er nu meget spændt på at høre, hvad Christiansen vil sige til det hele; jeg skal op og tale med ham i morgen, og skal nok lade dig vide, hvorledes det spænder af . . .«

Hvor letflydende Niels Bohrs breve til broderen end kan tage sig ud fra disse brudstykker, hvor spillende let de end kan veksle fra blid selvironi over rørende beundring for broderen til begejstring for bøger, han har læst, og som han vil delagtiggøre Harald i, har hver enkelt sætning sandsynligvis kostet Niels Bohr de største anstrengelser. Selv til sådanne private ungdomsbreve, som de her citerede, skrev han mange kladder. En dag fandt Harald på Niels' skrivebord et brev, som Niels længe havde skullet sende i en eller anden anledning (til hvem melder historien intet om); brevet så i Haralds øjne ud til at være fuldstændig fikst og færdigt, og han spurgte derfor sin bror, hvorfor det ikke kunne komme af sted. »Ih nej, det dér er jo kun et af de første udkast til en kladder!« var Niels' svar. Og da Niels senere gjorde sin doktordisputats færdig (også i Vissenbjerg præstegaard) måtte han en dag skrive et bønligt brev hjem, om man ville forstå ham, at han nu ikke længere kunne svare på alle de mange breve, han fik hjemme fra. Både Harald og forældrene forstod ham, så meget mere som Niels' mor allerede den gang var begyndt at skrive for sin søn efter hans diktat som

senere hans hustru og hans videnskabelige medarbejdere gjorde det. Oftere slutter breve fra Harald til Niels derfor med et: »Lad mor skrive om, hvordan det går dig!« eller med et: »Du må endelig ikke svare!«

Alligevel var Niels' trang til at meddele sig til sine nærmeste så stærk, at han bestandig gennem hele sin tilværelse forblev en flittig brevskriver også når han var alene på sine mange udenlandsrejser. Efter ægteskabet med Margrethe Nørlund (se nedenfor) blev det naturligvis i første række hende, der på denne måde fik andel i hans oplevelser og tanker i store og små sammenhænge.

I foråret 1910 var Niels Bohr allerede i gang med sin doktordisputats. Brevene til Harald fra denne periode afspejler glædelige og skuffende overraskelser mellem hinanden i dette arbejde, ligesom de senere breve fra Cambridge og Manchester såvel til broderen som til Margrethe Nørlund. Men denne korrespondance ligger uden for nærværende sammenhæng.

Studierne ved Københavns Universitet var den gang ikke organiseret i de faste rammer, som vi kender nu, og specielt var de ganske få magisterkonferensstuderende i fysik for en stor del overladt til sig selv – næsten uden faste forelæsninger og kun med ganske få pligtige laboratorieøvelser.

Niels Bohrs senere sejlsporskammerat Niels Bjerrum, der i 1905 blev hans lærer i et kursus i uorganisk analytisk kemi, har senere hen fortalt, at han, i alle de 12 år han var assistent ved laboratoriet, ikke havde nogen elev, hvis regning for ituslæde glas blev tilnærmelsesvis så stor som Niels Bohrs. En af de samtidige studerende ved laboratoriet har fortalt om, hvorledes en dag hele laboratoriet gennemrystedes af bragende eksplosioner. »Åh, det er sikkert Bohr« skal Bjerrum have udbrudt. Og ganske rigtigt viste det sig, at Bohr i sin utålmodige nysgerrighed efter at se en reaktion havde sat sig ud over forsigtighedsreglerne.

En af Niels Bohrs studiekammerater, senere rektor Helga Lund, har fortalt følgende glimt af forelæsningerne hos professoren i astronomi: T. N. Thiele:

»Da jeg begyndte at studere matematik ved Københavns Universitet var jeg treårsstudent efter tre år som lærerinde i min fødeby Silkeborg. Den første time på universitetet var sandsynlighedsregning hos professor Thiele. Jeg så en ung dreng med tungt ludende hoved og en slags skoletaske i hånden komme ind og sætte sig på den anden side af den bænk, hvor jeg sad, og jeg tænkte: Han kan da vist ikke studere matematik.

Professoren forklarede, at det første semester skulle vi to og to sammen beregne en funktion for til sidst at undersøge, om den viste sig at være periodisk. Tilfældigvis fik den unge fyr og jeg samme begyndertal. Følgen var, at vi på Polyteknisk Læreanstalt, hvor vi dengang fulgtes med ingeniørerne de første to år, altid sad sammen for at sammenligne vore beregnede tal. Vi fulgtes så gerne til næste forelæsning hos Thiele, og da der lå en fritime imellem gik vi op i Studentersamfundet over for Frue Kirke og forberedte os sammen på Thieles for de fleste af os temmelig gådefulde bog.

Det var en stor hjælp for mig, men efter en måneds forløb mærkede jeg jo, hvorledes han tænkte i et helt andet plan, og blev noget bange for, at hvis det var normen for at tage eksamen, så kunne jeg nok ikke klare mig. Nå, det viste sig jo snart, at det var ham, der lå over normen. Vi andre lyttede imponerede, når han og Thiele drøftede problemerne . . .«

Medens Niels Bohrs skolekammerater måske i det store og hele synes at have anset ham for at være en almindelig dygtig elev, var hans studiekammerater åbenbart endog meget tidligt klar over hans enestående evner. Således skrev Helga Lund i et brev til en norsk fætter allerede i december 1904:

»... Apropos geni. Det er morsomt at kende et geni; og det gør jeg, er ovenikøbet sammen med ham hver dag. Det er Niels Bohr, som jeg før har fortalt dig om; han viser sig mer og mer som noget ganske usædvanligt. Så er han det bedste, mest beskedne lille menneske, der kan tænkes. Han har en bror, der er bleven student nu og som næsten er ligeså flink; han studerer matematik; de to er uadskillelige. Jeg har aldrig kendt nogen, der holdt så meget af hinanden som de to. De er ganske unge, 17 og 19, men jeg taler næsten aldrig med andre af kammeraterne end de to, for de er så elskelige.«

I eksperimentel fysik bød universitetet ikke på synderlige faciliteter for stud. mag.'erne, men her havde Bohr særlige muligheder i faderens fysiologiske laboratorium, hvor meget arbejde som antydet var koncentreret om rent fysiske problemstillinger, og hvor Bohr ofte hjalp sin far med forsøgene over lange perioder. Det er på denne baggrund ikke overraskende, at Bohrs første videnskabelige arbejde blev af eksperimentel natur, selvom også dette arbejde røber sin ophavsmands særlige lyst og anlæg for at arbejde teoretisk med problemerne.

I 1905 havde Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab udsat en pris-

opgave i fysik, hvori man forlangte en nærmere undersøgelse af væskestrålers svingninger med henblik på bestemmelse af overfladespændingen. Der indkom to besvarelser, som begge belønnedes med guldmedalje – den ene (mærket »Forberedelserne er de værste«) forfattet af stud. mag. (senere professor) P. O. Pedersen, den anden (lakonisk mærket *αβγ*) af Niels Bohr. Niels Bohr fik godt to år senere sin besvarelse publiceret i »Philosophical Transactions of the Royal Society of London«.

Egentlig var opgaven stillet rent eksperimentelt, idet man i besvarelsen skulle benytte sig af den engelske fysiker Lord Rayleigh's teori som grundlag for undersøgelsen af svingninger i stråler af forskellige væsker. I modsætning til P. O. Pedersen – der ved en effektiv metode fik bestemt overfladespændingen af en lang række væsker – nåede Bohr kun at undersøge forholdene i vand, hvilket hang sammen med at den metode han fandt på, og som tog sigte på meget nøjagtige målinger, var meget tidskrævende. Til gengæld kunne Bohr indlede sin afhandling med en stor, ganske uventet, grundig gennemarbejdet udvidelse af Lord Rayleigh's teori. Ifølge denne havde det været muligt at bestemme en væskes overfladespænding når bare hastigheden og tværsnittet af en stråle af væsken samt længden af de bølger, der danner sig på strålens overflade, var kendt. Lord Rayleigh havde selv underbygget sin teori med en række forsøg. Bohr tager imidlertid sit udgangspunkt i, at Lord Rayleigh's forsøg blot har skullet illustrere teorien snarere end give en hel nøjagtig bestemmelse af overfladespændingen, og at man i dette sidste øjemed må foretage en udvidelse af teorien, således at der også tages hensyn til væskens viskositet, de endelige amplituder af væskestrålens svingninger samt til indvirkningen af den omgivende luft. Efter en sådan omfattende udvidelse af teorien går Bohr over til at redegøre for sit eksperimentelle arbejde.

For at få tilstrækkelig lange og stabile stråler valgte Bohr at lade vandstrålen frembringes af lange glasrør. For imidlertid at få bølger på strålernes overflader var det tillige nødvendigt, at rørenes mundingar ikke var helt cirkelformede. Bohr valgte et elliptisk tværsnit, og antyder selv i sin afhandling lidt af den omhu, hvormed alene forarbejdet med fremstillingen af rørene måtte udføres:

»De benyttede glasrørs mundingar fik et elliptisk tværsnit ved før udtrækningen at blive opvarmet i særlig grad på to hinanden modsatte sider. Vridning af glasrørene ville medføre at strålen ville rotere om sin akse, og at vibrationsplanerne ikke ville bevare samme retning i forskellig afstand fra

munding; for at undgå sådanne virkninger blev det under ophedning og udtrækning nødvendigt at have begge ender af røret fastholdt på plader som kunne flyttes langs et metalprisme.

Når glasrørene var trukket ud og skåret af, blev de undersøgt under et mikroskop, og kun de, hvis munding havde et regelmæssigt elliptisk tværsnit blev brugt . . .«

Med ganske tilsvarende omhu frembragte Bohr de øvrige elementer af den eksperimentelle anordning, undersøgelserne krævede.

De langvarige undersøgelser denne metode krævede til bare en enkelt bestemmelse blev udført (fortrinsvis om natten for at udelukke forstyrrelser i strålens stabilitet) på faderens fysiologiske laboratorium. Selve afhandlingen blev skrevet på Nærumgaard, hvor Christian Bohr nærmest tvang sin søn til at tage ud for at gøre den færdig og ikke bestandig foretage nye og tidskrævende korrektioner. I Videnskabernes Selskabs bedømmelse hedder det sammenfattende:

»Udførelsen af en enkelt bestemmelse efter forfatterens metode kræver fortsat arbejde gennem mange timer. Af den grund må strålen holdes vedlige i lang tid og under meget konstante forhold; den lange tid medfører begrænsning af metodens anvendelighed overfor væsker, som forandres i luften, og kræver en forholdsvis stor væskemængde . . .

Skønt dette arbejde for så vidt ikke løser opgaven så fuldstændigt som det første, som der kun er arbejdet med en enkelt væske nemlig vand, så har dets forfatter til gengæld indlagt sig så megen fortjeneste ved at føre løsningen videre på andre punkter, at vi mener at burde foreslå, at også denne afhandling belønnes med Selskabets guldmedalje.«

Den dybe indsigt, Niels Bohr gennem arbejdet med denne prisopgave opnåede i et så specielt område af den klassiske fysik som væskers overfladespænding, kom ham langt senere indirekte til gode på ganske uventet måde. Da han i trediverne opdagede, at mange af atomkernens fundamentale egenskaber kunne forklares ud fra en analogi til en væske-dråbe (se side 249 ff), stod han altså også her med en langt mere detaljeret grundviden end sine fagfæller, der jo for de færrestes vedkommende havde haft nogen umiddelbar berøring med problemer af denne art.

Også et andet af de videnskabelige spørgsmål, som senere blev en hovedgenstand for hans forskning, har optaget ham i studietiden. Det er forholdene omkring de radioaktive stoffer. Et manuskript til et foredrag, Niels Bohr har holdt som led i professor Christiansens examina-

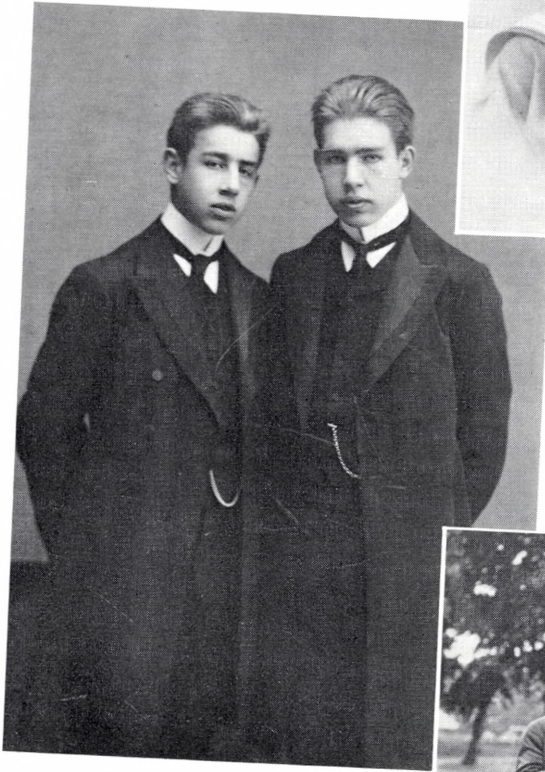
torier betitlet »Foredrag over radioaktive forvandlinger« er bevaret fra årene o. 1905. Foredraget afspejler ikke noget selvstændigt eksperimentelt eller teoretisk arbejde, men udgør – som sådanne studenterkollokvier skal – en oversigt over de nyeste opdagelser og teorier på området. Det viser imidlertid gang på gang den omhu, hvormed Niels Bohr allerede da (næppe et par og tyve år gammel) har søgt at fremstille de forskellige synspunkter og resultater, og den stramme klarhed, hvormed de fremtræder. Som et karakteristisk eksempel kan man citere den unge Bohrs omtale af et træk, som iøvrigt skulle blive et af de dominerende i den senere strålingsfysik, men som den gang sikkert må have forekommet fremmedartet:

»At der overhovedet er nogen mening i at tale om en middellevetid uden at angive et bestemt begyndelsestidspunkt, ligger i at atomerne så at sige ikke bliver ældre førend de går i stykker, således at chancen for at gå i stykker er lige stor på ethvert tidspunkt af deres levetid.«

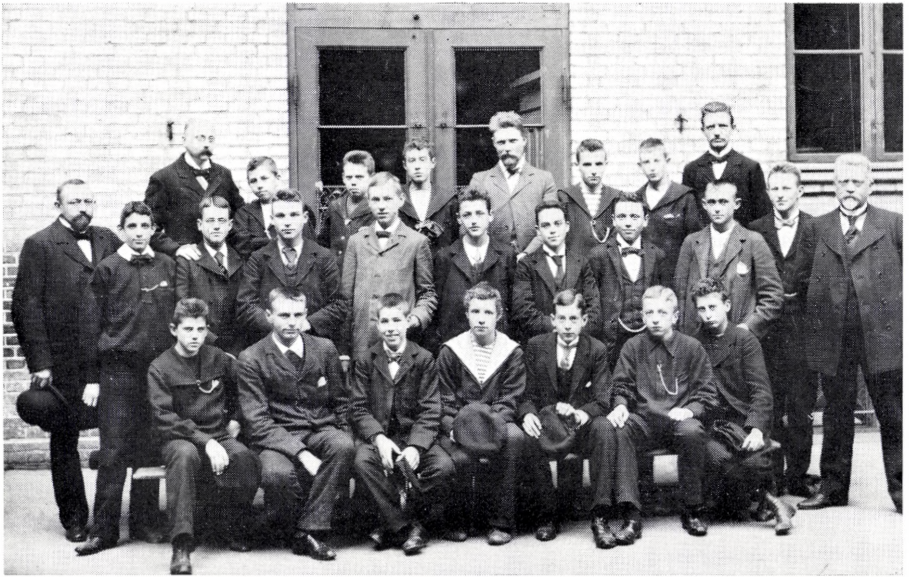
Som det allerede er fremgået af den her citerede korrespondance mellem Harald og Niels Bohr, var emnet for Niels Bohrs store skriftlige seksugersopgave ved magisterkonferensen – såvel som for hans doktordisputats to år senere – metallernes forskellige fysiske egenskaber såsom den elektriske ledningsevne, varmeledningsevnen, deres magnetiske egenskaber og de termoelektriske fænomener set i lyset af elektronteorien, som på det tidspunkt havde udkrystalliseret sig gennem arbejder af ikke mindst hollænderen Lorentz, tyskeren Drude og englænderne J. J. Thomson og James Jeans.

Man opererede i de år med den antagelse, at en række af de fysiske fænomener, der kendetegner metallerne, kunne forklares ud fra en forestilling om en strøm af frie elektroner (med ubetydelig masse), der fra tid til anden støder sammen med de stationære metalmolekyler. Ved hjælp af en teoretisk analyse af konsekvensen af denne antagelse, gjaldt det om at se i hvilket omfang den svarede til de egenskaber, man iagttog hos metallerne.

En væsentlig del af Niels Bohrs magisterkonferensopgave er helliget en afklaring af de forudsætninger og forestillinger, de forskellige forskere har anstillet som basis for deres behandling af sådanne problemer. Og skønt Niels Bohr selv åbenbart – såvidt det da fremgår af brevene til Harald – har følt sig lidt bekymret over ikke at have nået at »få ret meget med«, bliver man i disse indledende afsnit slået af den enorme



Brødrene Harald og Niels Bohr i tre epoker af deres liv



Gruppebillede af klassen på Gammelholms Gymnasium. Niels Bohr er nr. 3 fra venstre på første række



Med kammeraterne efter studentereksamen i 1903. Stående fra venstre: Albert V. Jørgensen, Aage Berlème, Niels Bohr, Ole Chievitz

mængde publikationer, den unge stud. mag. ikke blot har nået at læse igennem, men tillige har fået overvejet indtil mindste detalje af deres fundamentale aspekter. Det er Niels Bohrs kritisk-logiske evner, der dominerer dette arbejde – hans sans for at gribe de fundamentale træk eller konsekvenser af en teori og sammenholde dem med de antagelser eller erfaringer, hvorpå teorien hviler. Og bestandig i denne kritiske del af opgaven sporer man dens forfatters aldrig hvilende bestræbelse på at begrunde sin analyse med fysiske forestillinger.

Et enkelt eksempel turde – omend desværre kun ufuldkomment – tjene til at illustrere den føromtalte kritisk-logiske betragtningsmåde og den stramme klarhed, hvormed ræsonnementet bygges op for til sidst at blive sammenholdt med sit udgangspunkt. Det drejer sig her om en overvejelse af en af de Lorentz'ske antagelser:

»Der synes nemlig at være visse, i hvert tilfælde formelle mangler ved det Lorentz'ske billede, hidrørende fra, at den lov, hvorefter metal-molekylerne og elektronerne antages at virke på hinanden, ikke giver anledning til nogen varmeligevægt. Man kunne således spørge, hvorfra har elektronerne forskellige hastigheder, afhængig af temperaturen på de forskellige steder i metallet; de støder jo kun sammen med metal-molekylerne, og disse kan på grund af den lov, der lægges til grund for beregningen, hverken give eller tage energi fra elektronerne.«

Det er iøvrigt ikke så mærkeligt, at Niels Bohr har følt sig trængt tidsmæssigt. Ligesom vi ved om hans udarbejdelse af prisopgaven til Videnskabskabernes Selskab, hvor hans far tvang ham til at tage væk fra byen for at gøre arbejdet færdigt og ikke lade sig yderligere optage af nyopdukkede detaljer, sporer man også her bestræbelsen på at få selv de nyeste synspunkter med. Skønt opgaven skulle afleveres 1. juli har Niels Bohr i en karakteristisk fodnote nået at referere og vurdere en stor afhandling af Jeans i *Philosophical Magazine* for juni.

Umiddelbart efter konferensen gik Niels Bohr i gang med arbejdet på sin doktordisputats, som repræsenterer den gennemgribende almindeliggørelse af de synspunkter, man da arbejdede med i elektronteorien, og tillige konstateringen af, på hvilke punkter teorien måtte støde på *principielle* forhindringer. Medens magisterkonferensen havde været et overvejende kritisk arbejde (jvf. også brevet til Harald citeret side 27), blev disputatsen et direkte konstruktivt og meget righoldigt forsøg på at gennemføre de forskellige matematiske regninger ud fra så almindelige an-

tagelser som muligt, for derefter – i disputatsens anden halvdel – at vurdere overensstemmelsen mellem den gennemarbejdede matematiske formalisme og de forskellige kategorier af metalegenskaber, som man antog at elektronteorien skulle kunne forklare. På en lang række punkter lykkedes dette meget smukt for Niels Bohr. Ligesom magisterkonferensopgaven kendetegnes denne disputats ved den righoldighed af afhandlinger, den unge fysiker har nået en kritisk gennemlæsning af. Men hertil føjer sig for disputatsens vedkommende en betagende fylde af grundige ræsonnementer og forfatterens eminente beherskelse af en ganske omfattende matematisk formalisme. På en lang række punkter syntes arbejdet fuldt gennemført, men på enkelte punkter rejste der sig betydelige principielle vanskeligheder, hvis natur Niels Bohr omhyggeligt indkredsede og redegjorde for. I forbindelse med metallernes magnetiske egenskaber konstaterer Niels Bohr ligefrem, at en forklaring synes uigennemførlig inden for elektronteoriens daværende rammer.

Disputatsens indhold er af så kompliceret karakter, at det unddrager sig nærmere beskrivelse her. At også datidens danske fysikere har fundet den vanskeligt tilgængelig som følge af argumentationens dybde, kommer på en pudsigt måde frem i et dagbladsreferat, der fortjener gengivelse *in extenso*:

»I går forsvarede den anden af afdøde professor Bohrs sønner sin disputats, Studier over Metallernes Elektronteori, for den filosofiske doktorgrad.

Det var den 26-årige mag. scient. Niels Bohr, der efter kun halvanden times forløb kunne forlade universitetet som dr. phil. Professor Heegaard var 1. opponenter. Han behandlede afhandlingens sproglige side og havde kun ros over den lærde afhandling. Professor Christiansen fortsatte med en mere saglig opposition, der dog kun i højst uegentlig forstand kan benævnes således.

Professor Christiansen talte på sin sædvanlige hyggelige måde, fortalte små anekdoter, og gik så vidt i sin respekt for Niels Bohrs arbejde, at han beklagede, at bogen ikke var fremkommet på et fremmed sprog. Herhjemme var vist ingen så velfunderet i metallernes elektronteori, at de havde forudsætninger for at kunne bedømme en disputats over dette emne.

Dr. Bohr, en bleg og beskeden ung mand, deltog ikke meget i handlingen, der i kortvarighed er en rekord. Det lille auditorium III var overfyldt og folk stod langt ud på universitetsgangen.«

Ganske kort tid efter sin magisterkonferens havde Niels Bohr i 1910 truffet Margrethe Nørlund, en søster til Harald Bohrs studiekammerat Niels Erik Nørlund og datter af apoteker Alfred Nørlund i Slagelse. I 1911 forlovede de sig, og den 1. august 1912 – få dage efter, at Niels Bohr var vendt hjem fra sit første korte studieophold hos Rutherford – giftede de sig. Bryllupsrejsen gik til England, hvor det unge par efter en uges tid i Cambridge besøgte Rutherford – Niels Bohr medbringende en større afhandling om alfa-partiklers bremsning, som han havde påbegyndt kort før hjemrejsen.

Det må forståeligt nok ligge uden for nærværende sammenhæng at skildre den lykke Niels Bohr fandt i sit ægteskab med Margrethe Nørlund. Hvad de to kom til at betyde for hinanden lader sig kun vanskeligt beskrive, og de spredte træk af deres over 50 år lange ægteskab, som ud fra vidt forskellige synsvinkler omtales på nogle af de efterfølgende sider, kan og bør kun give en ganske svag fornemmelse af dets egenart. Ikke blot ved sin store personligheds styrke og ved sin viden og kunnen på så mange vidt forskellige områder, men tillige først og fremmest ved sin hengivenhed blev Margrethe Bohr sin mand den fuldkomne, uundværlige støtte.

Gennembrudsårene 1911-1918

Af Léon Rosenfeld og Erik Rüdinger

Den periode af Niels Bohrs liv, hvorom der i det følgende skal berettes, bringer ham fra at være en ung lovende, men ukendt fysiker ind i centrum af verdensfysikken. I disse år grundlægges ikke blot de tanker om atomets struktur, der skulle betyde det afgørende brud med den klassiske fysik, men samtidig udvikles også den betragtningstype, der under navn af *korrespondensprincippet* skulle vise vejen til den nye kvantemekaniske beskrivelse, og som i kim rummede den erkendelsesteoretiske omvæltning, der kan karakteriseres ved ordet *komplementaritet*. Så meget mere må det beklages, at de følgende sider ikke har kunnet få form af personlige erindringer. Det er vort håb, at det dog vil være lykkedes at give et troværdigt billede af disse betydningsfulde år af Niels Bohrs liv, ikke mindst derigennem at det har været muligt i vid udstrækning at lade Bohr, så vel som andre af datidens fysikere, selv berette herom gennem den rige korrespondance, der lykkeligvis er bevaret fra denne afgørende periode i fysikkens udvikling.

Allerede det første dokument, der findes fra den tid, røber et karakteristisk træk ved Bohrs arbejdsmåde, som alle hans senere medarbejdere skulle komme til at lære at kende. I et eksemplar af sin doktordisputats har han med den største omhu indført et utal af større og mindre rettelser, øjensynlig til brug for en engelsk oversættelse af disputatsen. Det var jo planlagt, at Bohr, der da var 25 år gammel, på et stipendium fra Carlsberg-fonden skulle på et års studieophold i Cambridge fra september 1911, og han ville så medbringe en oversættelse med henblik på at få disputatsen publiceret i et engelsk tidsskrift. Det har imidlertid hastet meget med at få den færdig, og de fleste af rettelserne kom ikke med. Oversættelsen blev udarbejdet i fællesskab med en ven fra nabolaget, Carl Christian Lautrup, der havde opholdt sig nogen tid i England. Hans manglende kendskab til fysik og Bohrs mangel på fortrolighed med det engelske gav sig flere pudsig udslag. Således havde de, som Bohr ofte med humor fortalte, for elektrisk ladning overalt anvendt ordet »loading« i stedet for »charge«. Det var med nød og næppe, oversættelsen blev færdig inden afrejsen, og Bohr

måtte endog benytte de første dage i Cambridge til at indføre formlerne i den.

Inden vi vender os mod Bohrs studieophold i England, er der imidlertid en tildragelse fra denne sommer, som fortjener at nævnes, nemlig at Bohr sluttede venskab med den svenske fysiker Carl W. Oseen, til hvem han havde sendt sin doktordisputats. Oseen, der ikke blot kom til at spille en betydelig rolle for fysikken i Sverige, men også gav bidrag til især hydrodynamikken, der vandt ham almindelig anerkendelse, havde som ganske ung virket som professor i Lund og var i 1909, kun 30 år gammel, blevet udnævnt til professor i fysik ved Uppsala universitet. Brødrene Bohr og han mødtes sidst på sommeren ved den skandinaviske matematikerkongres i København, hvor såvel Harald Bohr som Oseen holdt foredrag, og ved denne lejlighed knyttedes et venskab mellem Oseen og de to brødre, som gennem årene gav anledning til en lang og rig korrespondance. Oseen synes at være en af de fysikere, der tidligst har erkendt Bohrs sjældne evner, og mange breve fra ham vidner herom. Helt rørende virker det, når han allerede efter deres første møde i København skriver til sin unge ven: »Jeg beder dig modtage en varm tak for al din og din brors venlighed mod mig under matematikerkongressen. Det er en af kongressens store gevinster for mig, at jeg har lært jer to at kende. Jeg tror, at det er en sag af betydning for hele mit liv. – Jeg har lært meget af dig og har endnu meget at lære. Jeg skal altid med varm interesse følge din udvikling. . . .«

Det var med store forventninger, Niels Bohr ankom til Cambridge i slutningen af september 1911. Ikke blot måtte alene navnet Cambridge, med alt hvad det rummer af videnskabelig tradition, virke dragende på en ung, initiativrig videnskabsmand, men her var også på dette tidspunkt samlet flere af datidens berømteste fysikere, som Larmor, Jeans og først og fremmest J. J. Thomson, der i sin tid havde »opdaget« elektronen, og hvis betydeligste arbejder netop faldt inden for elektronteorien, som Bohr havde gjort til genstand for en så grundig og kritisk behandling i sin disputats. Han var herved kommet ind på mange punkter, som Thomson også havde behandlet, og havde i flere tilfælde berigtiget dennes resultater. Derfor har utvivlsomt muligheden for at drøfte problemerne med J. J. Thomson selv været den væsentligste tilskyndelse for Bohr til at vælge Cambridge som mål for sin studierejse.

De første breve til hans forlovede strømmer da også over af ungdommelig iver og begejstring:*) »Efter at være kommen hertil var jeg først nede at hilse paa Thomson. Han var umaadelig rar, og vi snakkede lidt sammen, og han sagde at det vilde interessere ham at se min Afhandling, naar den var færdig. Du kan tro, at jeg var glad, da jeg gik fra ham, jeg glædede mig saadan til at faa Formlerne skrevet ind i en Fart, for det er jo saa spændende hvad han vil sige til det hele og til den megen Kritik. . . .«, og: »... Jeg greb mig i Morges i at det jublede inden i mig, da jeg stod uden for en Butik og tilfældigvis kom til at læse Adressen Cambridge over Døren. . . .« Et par dage senere skriver han til sin bror: »Aa Harald! Det gaar mig saa storartet. Jeg har lige talt med J. J. Thomson og forklaret ham saa godt jeg kunde min Mening om Straalingen, Magnetismen o.s.v. Du skulde vide hvad det var for mig at tale med saadan en Mand. Han var umaadelig rar imod mig, vi snakkede om saa meget, og jeg tror nok, at han syntes der var nogen Mening i hvad jeg sagde. Han vil nu læse Bogen, og han indbød mig til at spise sammen med sig i Trinity College paa Søndag til Middag; saa vil han tale med mig derom. Du kan tro, at jeg er glad. . . .«

Inden Bohr kunne komme i gang med arbejdet på laboratoriet, var der jo imidlertid forskellige praktiske ting, der skulle ordnes. Det lykkedes ham således ved fysiologen A. V. Hills hjælp at finde to værelser hos en landlady, der boede i udkanten af byen, og hos hvem han blev boende selv efter at være blevet medlem af Trinity College. For den unge dansker har det også været en overgang at komme ind i det engelske akademiske liv med dets fremmedartede traditioner, dets mange snørklede bestemmelser og dets visitter, og han fortæller humoristisk herom i sine breve til sin mor: »... men jeg har fuldt op at gøre med Arrangementer, Visitter og Middags-selskaber (hvad synes I egentlig) . . .« og: »... jeg har af Tutoren faaet en hel Bog, om hvad jeg har Lov til og hvad ikke. . . .« Til sin forlovede skriver han med selvironi: »... og nu kommer det mærkelige, at du skulde bare vide hvordan jeg kunde konversere, tænk jeg der ellers er saa dum til saadant, men det ligger heller ikke hos mig, men de engelske Damer er rene Genier til at trække en op. . . .« Lettere blev det naturligvis ikke af, at Bohr ikke var alt for fortrolig med det engelske sprogs mysterier, hvilket han imidlertid straks søgte at råde bod på, idet han gav sig til at læse »David Copperfield« på engelsk og med den ham egne grundighed slog hvert eneste ord op, hvis tilsvarende danske begreb han ikke var aldeles sikker på.

*) I citater fra de breve, der er skrevet på dansk, er den gamle retskrivning bibeholdt.

Den røde ordbog, Bohr købte til dette formål, fulgte ham livet igennem og var også ved udarbejdelsen af hans sidste afhandlinger den endelige og højeste autoritet i alle tvivlstilfælde.

Det var heller ikke nogen let sag at komme i gang med arbejdet på Cavendish-laboratoriet. J. J. Thomson havde foreslået Bohr et eksperiment over såkaldte positive stråler, og for sin mor beskriver han sine begynder-vanskeligheder hermed således: »... men I maa ikke tro, at det gaar saa glat, I gør jer ingen Begreb om den Uorden, der hersker i Cavendish-laboratoriet, og en stakkels Udlænding, der ikke engang ved, hvad de forskellige Ting, der ikke kan findes, hedder, er meget ilde stedt, . . .«, hvorefter han tilføjer, at i morgen vil han »møde med Lexikon«. Til Oseen skriver han, at han ofte må tænke på Bjerknæs' ord om, at der i Cavendish-laboratoriet »herskede den moleculare Uorden«. At han imidlertid ikke lod sig gå på af disse vanskeligheder, herom vidner et brev til hans bror, hvori han en lille måned senere skriver, at han har »... i den Tid i hvert Tilfælde blandt andet lært at sætte et Glasapparat sammen, hvad jeg er meget glad for. . .«. Det viste sig dog i sidste ende, at der ikke kunne komme noget ud af eksperimentet.

Når man tænker på, at han samtidig fulgte Larmors, Jeans' og J. J. Thomsons forelæsninger, om hvilke han fortæller begejstret, omend ikke ukritisk, er det klart, at det har været begrænset, hvor megen tid, der kunne blive tilovers til teoretiske studier. Det, der fremfor alt lå Bohr på sinde, var jo imidlertid spørgsmålet om at få doktordisputatsen udgivet på engelsk. En yngre fysiker ved navn Owen hjalp ham med at forbedre sproget, og det blev aftalt med J. J. Thomson, at disputatsen skulle indgives til Cambridge Philosophical Society til bedømmelse for eventuelt at publiceres i selskabets skrifter. Bohr gav en oversigt over dens indhold for selskabet i midten af november, men det varede helt til maj, inden han fik den nedslående meddelelse, at disputatsen var for lang, således at dens offentliggørelse ville blive for dyr; men hvis den kunne skæres ned til det halve, ville man overveje at publicere den. Bohr påtænkte først at efterkomme dette krav og spekulerede derefter på at udgive den selv. Til slut opgav han begge dele igen, med det resultat at disputatsen aldrig er blevet publiceret på noget af hovedsprogene, hvilket i de kommende år følte som et alvorligt savn for alle, der arbejdede med elektronteorien. Bohrs disputats var jo en videreførelse af den klassiske elektronteori for metallerne, som den var formuleret af H. A. Lorentz, og Bohr havde under meget generelle an-

tagelser ved en konsekvent anvendelse af den såkaldte statistiske mekanik udledt en række vigtige resultater, der netop på grund af teoriens almene karakter var af den største betydning. Et hovedresultat var, som vi skal se i det følgende, at der var visse fænomener, som på ingen måde lod sig forklare på grundlag af en sådan teori.

En stor skuffelse var det, at J. J. Thomson, dels på grund af travlhed, dels fordi han øjensynlig havde tabt interessen for disse spørgsmål, slet ikke fik læst disputatsen, således at Bohr aldrig fik lejlighed til at diskutere den ordentligt med ham og derigennem komme ind på sin kritik af Thomsons egne arbejder. Skuffelsen herover kommer til udtryk i flere breve. Således skriver han i begyndelsen af december til Oseen: »... – Thomson har saa daarlig Tid, jeg gav ham Afhandlingen da jeg kom, men han har endnu ikke læst den, jeg har blot nogle Øjeblikke snakket med ham om nogle enkelte Punkter, og jeg ved endnu ikke om han vil være enig med mig eller ej; ...« At Bohr ikke har tabt modet af den grund, mærker vi imidlertid af et brev, han sender sin forlovede, og hvori han med hele sin vidunderlige optimisme konstaterer at: »... Det gaar mig saa godt, ikke egentlig bedre med Thomson, men med mig selv, jeg er ved saa godt Mod og har saa mange Planer. ...«

Den eneste af de fysikere, Bohr kom i kontakt med under sit Cambridgeophold, med hvem han virkelig fik drøftet de spørgsmål, der lå ham på sinde, var en docent i Birmingham, S. B. McLaren, der var ni år ældre end Bohr, og som publicerede adskillige afhandlinger om fundamentale problemer i fysikken, inden han faldt i den 1. verdenskrig. McLaren havde tidligere på året offentliggjort en afhandling, hvori han havde påvist, at ethvert forsøg, som f. eks. det af Jeans foreslåede, på at tyde strålingsfænomenerne på rent klassisk grundlag uden indførelse af Plancks virkningskvantum nødvendigvis måtte føre til modsigelser; til dette resultat var Bohr ligeledes kommet i sin disputats. Arbejdet med disputatsen, især behandlingen af strålingsproblemet og magnetismen, havde iøvrigt, som vi har været inde på, gjort det ganske klart for Bohr, at en dybtgående revision af den klassiske fysik var påkrævet, når man skulle forklare forholdene i atomerne. Netop fordi de antagelser, disputatsen hvilede på, var så uhyre generelle, var det tydeligt for Bohr, at det her ikke blot drejede sig om uoverensstemmelser mellem teori og eksperiment, der ville falde bort, hvis man ændrede detaljer i beregningerne, men at det var selve teoriens grundlag, d.v.s. den klassiske mekanik, der var utilstrækkelig. McLaren er tilsyneladende en af de

få andre fysikere, for hvem det på dette tidspunkt også har været åbenbart, hvor radikal en ændring, der var nødvendig. Bohr rejste til Birmingham for at tale med ham, og efter besøget fortæller han herom i det tidligere omtalte brev til Oseen, hvori han også med stor begejstring skriver om McLarens afhandling, og han slutter med bemærkningen: »... jeg tror at vi var enige om det meste. . . .«

Allerede i oktober var der imidlertid sket en afgørende vending, idet Bohr ved en festmiddag, der hvert år afholdtes ved Cavendish-laboratoriet, for første gang havde set Ernest Rutherford, der fire år forinden var blevet kaldet til professor i fysik i Manchester. Om det store indtryk Rutherfords personlighed straks gjorde på ham, skønt han ikke kom i personlig kontakt med ham ved denne lejlighed, har Bohr selv fortalt i sin Rutherford-forelæsning fra 1958*), og vi kan tænke os, hvilke muligheder han har anet åbne sig ved tanken om at komme til at arbejde et stykke tid på laboratoriet i Manchester, som under Rutherfords ledelse var rykket frem i fysikkens frontlinje. I begyndelsen af november rejste Bohr nu til Manchester, hvor han hos en af sin fars kolleger fik lejlighed til at tale med Rutherford. Hvor meget, der blev aftalt her, er imidlertid uvist, og Bohr har sikkert gerne villet drøfte hele spørgsmålet om at tage til Manchester med sin bror, der skulle komme på besøg i de første uger af januar. I det mindste skriver han lige efter nytår til sin forlovede: »... Jeg bliver i hvert Tilfælde endnu en Term i Cambridge, og jeg glæder mig saa meget dertil, men om alt det er det bedst at vente med at fortælle, til Harald kommer hjem.«

Fra dette semester, hvor Bohr helt helligede sig teorien, skal vi indskrænke os til at give et par små glimt fra hans breve. Til sin forlovede skriver han ved semestrets begyndelse: »... I denne Term vil jeg ikke gaa paa Laboratoriet men kun høre Forelæsninger og læse, læse, læse (og maaske ogsaa regne lidt og tænke). . . .« Og lidt længere hen på semestret efter omtale af forelæsninger af Jeans og Larmor: »... Jeg synes sommetider som f. Ex. i Dag ved de to Forelæsninger, at der er saa meget, hele Verdener som man faar Lov til at kigge ind i, og at jeg er saa lille og udygtig – mere udygtig end Du og nogen aner. . . .« Et foredrag af Thomson om golfboldes bevægelser begejstrede ham meget, og han skriver herom til sin bror: »... Du kan ikke tænke Dig, hvor morsomt og oplysende det var, og hvor smukke

*) Publiceret på engelsk i *Proceedings of the Physical Society* 78, 1083 (1961) samt i bogen: *Essays 1958–62 on Atomic Physics and Human Knowledge*, John Wiley & Sons, New York (1963), der kommer i dansk oversættelse.

Experimenter han viste, og saa det gnistrende funkende Humør hvormed det var holdt. Det var rigtig noget for mig, der jo selv har en lille Galskab for saadan noget. . . .«

Den eneste videnskabelige publikation fra Bohrs hånd fra dette Cambridge-ophold er en kommentar til en afhandling i *Philosophical Magazine* af O. W. Richardson (som iøvrigt senere blev en nær ven af Bohr) vedrørende metallernes elektronteori, hvori han påpeger en fejl i Richardsons afhandling, der har bevirket, at denne er nået frem til et resultat, som afviger fra det, Bohr selv havde fundet i sin disputats. Herom skriver han bl. a. til sin bror: » . . . Det var ikke saa let at finde Manglerne, og jeg havde sikkert aldrig gjort det, havde jeg ikke kendt mit eget Arbejde. . . .« Redaktøren af *Philosophical Magazine*, W. Francis, misforstod imidlertid det hele, idet han troede, at det fra Bohrs side drejede sig om et prioritetsspørgsmål, og først efter en længere brevveksling mellem Bohr og Francis, hvori vi finder et for Bohr usædvanlig skarpt indlæg, og efter at Richardson havde publiceret endnu en afhandling om emnet, i hvilken han refererede til Bohrs disputats, blev Bohrs note offentliggjort i juni-nummeret. Richardsons anden afhandling afstedkom blot en efterskrift hos Bohr om, at en ganske tilsvarende indvending kunne rettes mod beregningen heri.

Denne lille skildring af Bohrs Cambridge-ophold ville være ufuldstændig, om vi ikke nævnede de mange timer, Bohr tilbragte udendørs, enten med at dyrke sport som fodbold og skøjteløb, eller med vandringer i naturen, noget han tidligt havde lært at sætte pris på. Begejstringen herover finder vi f. eks. i denne lille fine naturbeskrivelse, som han sender sin forlovede efter en efterårsvandring: » . . . og saa gik jeg den dejligste Tur før Middagen paa en hel Time over de smukkeste Enge langs Floden med Hegn helt oversaaet med røde Bær og med enlige forblæste Piletræer, tænk Dig det hele under den pragtfuldste Efteraarshimmel med jagende Skyer og hvinende Blæst . . .«

Straks efter sin brors besøg havde Bohr skrevet til Rutherford, og i den følgende brevveksling blev det aftalt, at Bohr skulle komme til Manchester i midten af marts. Planerne blev nøjere drøftet under et besøg, han aflagde Rutherford i slutningen af februar. En vanskelighed var det, at denne ville være bortrejst det meste af april, men Bohr skulle så indledningsvis deltage i et eksperimentelt kursus i radioaktiv teknik. Dette fulgte han samvittighedsfuldt i halvanden måned, hvorom en rapportbog med omhyggeligt førte kurver over de foretagne målinger vidner. Efter besøget hos Rutherford sen-

der han sin forlovede følgende interessante indtryk: »... Rutherford er en ganske storartet Mand og utrolig dygtig, i visse Maader dygtigere end Thomson, selv om han maaske ikke er saa begavet. J. J. Thomson er en umaadelig stor Mand, jeg har lært saa utrolig meget af hans Forelæsninger, og jeg holder saa meget af ham, jeg skal fortælle mere om ham, før jeg tager fra Cambridge. ...« Om afskeden med Cambridge og forventningerne til fremtiden beretter han derefter således: »... Jeg tror, at de allesammen ikke har nogen videre Tiltro til mig, for de kan næppe forstaa, hvorfor jeg tager fra Cambridge, men jeg har saadan et Mod til at prøve og vil faa saa storartede Vilkaar i Manchester. ...«

Det laboratorium, hvor Bohr tilbragte de følgende fire måneder, havde, siden Rutherford var blevet kaldet til professor dér i 1907, været et centrum for radioaktiv forskning, i hvilket Rutherford havde formået at samle en række af datidens bedste fysikere som H. Geiger, W. Makower, E. Marsden, E. J. Evans, A. S. Russell, K. Fajans, H. G. J. Moseley, G. Hevesy, J. Chadwick og C. G. Darwin. Her udførtes i de år en række epokegørende undersøgelser, som foreløbig var kulmineret i Rutherfords opdagelse året forinden, at næsten hele atomets masse er samlet i en kerne af forsvindende udstrækning i forhold til atomets størrelse. Dette var et stort skridt frem mod opstillingen af en model for atomets struktur. Selv om kerneladningens fortegn ikke var endeligt fastslået, var det naturligt at forestille sig, at kernen var positiv, og at den negative elektricitet var til stede i form af elektroner, som under indflydelse af kernens tiltrækning kredsede omkring den efter lignende love som dem, der behersker planeternes bevægelse omkring solen. Denne model betegnes siden som den Rutherford'ske atommodel.

Bohr bevarede livet igennem en nær tilknytning til mange af de fysikere, som han første gang kom i kontakt med gennem opholdet i Manchester. Af særlig betydning for ham, ikke blot under dette ophold, men også i årene fremover, blev forholdet til Rutherford selv og George Hevesy, der var jævnaldrende med Bohr, og som på det tidspunkt havde tilbragt et år ved Rutherfords laboratorium. At Rutherfords markante personlighed gjorde et dybt indtryk på Bohr, har vi allerede set. Og efter at han er kommet nærmere i kontakt med Rutherford på laboratoriet, fortæller han om ham til sin bror: »... for Rutherford er en Mand, som man ikke kan tage Fejl af; han kommer regelmæssig og hører om hvordan det gaar og taler om hver eneste lille Ting. ... Rutherford er en saa udmærket Mand, og virkelig interesseret i alle de Folks Arbejde, der gaar hos ham. ...«

Imidlertid er det, som det ofte er blevet fremhævet, næppe muligt at forestille sig to mere forskelligartede fysikere end Rutherford, den store eksperimentator, der var dybt forankret i den mere »håndfaste« britiske tradition, og Bohr, teoretikeren (omend han også havde vist sig som en dygtig eksperimentalfysiker), som, bl. a. med rod i den især af franske og tyske fysikere udviklede tradition, var parat til med ubønhørlig strengthed at drage de fulde logiske konsekvenser af enhver ny hypotese (Bohr fremhævede ofte selv den lykkelige omstændighed, at han, der var født i et lille land uden så mange nationale præventioner, i sin ungdom havde nydt godt af *både* den »kontinentale« teoretiske tradition og den engelske empirisme). Rutherford synes dog snart at være kommet til at omfatte Bohr med stor respekt; således fortæller Hevesy, at da han engang spurgte Rutherford, fra hvilken del af atomet en bestemt slags radioaktiv stråling udsendes, svarede Rutherford straks: »Spørg Bohr!« Ved en senere lejlighed, hvor Rutherford var blevet spurgt, hvorledes det kunne være, at hans indstilling over for Bohr var så forskellig fra hans indstilling over for teoretikere i almindelighed, skal han have svaret: »Bohr er anderledes, han er fodboldspiller!« Som vi straks skal se, var Rutherford imidlertid slet ikke forberedt på at drage så vidtgående konsekvenser af sin egen atommodel, som dem Bohr førtes til.

Ungareren George Hevesy var den Bohr knyttede sig nærmest til, og da fysikinstittet i København åbnedes ni år senere, var han da også en af de første udlændinge, der kom til Danmark for at arbejde dér (han var faktisk allerede kommet til København på Bohrs invitation året forinden, i 1920). I Manchester var det i høj grad ham, der drog den lidt generte Bohr ind i livet på Rutherfords laboratorium, og det morede siden Bohr at tænke på, hvorledes denne »ungarske aristokrat« og verdensmand havde gjort et stort indtryk på ham ved sin måde at konversere damerne på ved selskaber. Også i faglig henseende blev han imidlertid den, der kom til at betyde mest for Bohr, idet hans usædvanligt store kemiske indsigt i høj grad var, hvad Bohr havde brug for på det tidspunkt.

Bohr havde nemlig så at sige taget Rutherfords atommodel »alvorligere« end de fleste andre på laboratoriet inklusive Rutherford selv, i den forstand, at det tidligt kom til at stå ham klart, at den ikke blot var en anvendelig model til forklaring af visse eksperimenter med radioaktive stoffer, men at den faktisk frembød et udgangspunkt for en sammenfattende teori for atomernes egenskaber. Han indså snart, at Rutherfords model tillod en skarp

skelnen mellem sådanne egenskaber hos grundstofferne som de kemiske og de sædvanlige fysiske, som måtte være betinget af den måde, elektronerne var bundet til kernen på, og derfor alene afhang af kernens ladning og masse, og dem, der, som radioaktivitet, måtte være bestemt af selve kernens struktur. Flere ting kom i denne forbindelse inden længe til at stå ham klart. Han havde i lang tid været interesseret i det periodiske system og så nu, at det måtte være kernens ladning og ikke atomvægten, der var bestemmende for et grundstofs plads i systemet, og at dette var forklaringen på, at man havde måttet bytte om på nogle stoffer som f. eks. kalium og argon, når man prøvede at ordne dem efter stigende atomvægt. Endvidere kom han snart på sporet af begrebet isotopi, d.v.s. det fænomen, at flere stoffer med forskellige radioaktive egenskaber kan være kemisk uadskillelige og må knyttes til den samme plads i systemet, eftersom de har samme kerneladning. Som en direkte konsekvens af disse forhold har Bohr også været klar over de sammenhænge, der senere betegnedes som de radioaktive forskydningslove. Han udtrykte sig imidlertid ikke altid lige klart; Hevesy har således fortalt, hvordan han kunne finde på at sige, at »argon er det forkerte argon«.

Når Bohr ikke offentliggjorde disse tanker, der kort efter i temmelig ufuldkommen form blev fremsat af Fajans, Soddy og van den Broek, skyldtes det især Rutherfords forsigtigt afventende holdning til sådanne konklusioner af hans atommodel. Rutherford mente, at et større eksperimentelt materiale var påkrævet, og har ikke forstået den logiske strenghed i Bohrs argumentation. Det kan imidlertid næppe betvivles, at Bohr var fuldt på det rene med disse spørgsmål, og et vidnesbyrd herom har vi i et brev fra Hevesy til Rutherford af 14. oktober 1913, hvori han efter en omtale af de nævnte problemer, der på det tidspunkt var afklaret, skriver: »... Skønt Russell allerede var interesseret i problemet, og jeg påbegyndte valens-eksperimenterne, da Bohr kom til Manchester, kan der ikke være tvivl om, at han opmuntrede os begge meget, og hvis vi forfølger oprindelsen af de ovennævnte ideer tilbage til deres udgangspunkt, vil vi finde dem hos Bohr, som han selv har gjort mig opmærksom på, på sin sædvanlige beskedne måde.«

Naturligvis har disse spørgsmål været diskuteret inden for Manchestergruppen, men man må tænke på, at dels var Rutherford selv på den tid stærkt optaget af at udarbejde sit store værk om de radioaktive omdannelser, og dels var arbejdet i Manchester i høj grad lagt således til rette, at hver især koncentrerede sig om den – som oftest eksperimentelle – under-

søgelse, han var i færd med. Det er derfor vanskeligt at afgøre, hvor stor direkte indflydelse diskussionerne i Manchester har haft på udviklingen af Bohrs ideer og forestillinger. Medens det utvivlsomt har været særdeles stimulerende for ham at være i en gruppe, hvis arbejde var koncentreret om Rutherfords atommodel, synes det på den anden side, som om omgivelsernes interesse for de fundamentale problemer har været forholdsvis ringe. I et brev til sin bror klager han således sidst i maj, i forbindelse med elektron-teorien, over at »... jeg har jo slet ingen her, der virkelig interesserer sig for saadan noget. ...«

I begyndelsen af juni giver Bohr sig imidlertid i kast med en mere konkret opgave, og nu er tonen anderledes optimistisk: ». . . Det gaar mig ikke saa helt daarligt i Øjeblikket, jeg havde for et par Dage siden en lille Idé med Hensyn til Forstaaelsen af Absorption af α -Straaler (det gik til paa den Maade, at en ung Matematiker her, C. G. Darwin (Sønnesøn af den rigtige Darwin) lige har offentliggjort en Theori om dette Spørgsmaal, og jeg syntes, at den ikke alene ikke var helt rigtig i det mere matematiske (det var dog kun temmelig lidt) men noget utilfredsstillende i Grundopfattelsen), og har udarbejdet en lille Theori derover, der selv om den er meget lille, maaske dog kan kaste lidt Lys over nogle Ting med Hensyn til Atomers Bygning. Jeg tænker meget snart at offentliggøre en lille Afhandling derom. Du kan tro at det er morsomt at være her, her er saa mange at tale med (mine Klager sidst gjaldt mere almindelige theoretiske Spørgsmaal) og det af dem der har den allermeste Forstand paa saadan noget, . . .«

Brevene hjem giver indtryk af den begejstring, hvormed Bohr har kastet sig over den nye opgave, at give en teori for α -partiklers bremsning, når de passerer gennem stof. Således skriver han i begyndelsen af juli til sin forlovede: ». . . Det ser maaske alligevel ikke saa haabløst ud med de smaa Atomer, selv om Udfaldet af Regningerne gaar op og ned . . .«, og en fjorten dages tid senere til sin bror: ». . . Det gaar mig temmelig godt, for jeg tror jo, at jeg har fundet ud af nogle forskellige Ting; men det er rigtignok ikke gaaet saa hurtigt med at udarbejde dem, som jeg straks var saa dum at tro. Jeg haaber at faa en lille Afhandling færdig og at vise Rutherford den førend jeg rejser, og jeg har derfor saa travlt, saa travlt; . . .« og med et anstrøg af ironi: ». . . det er ikke Mangel paa Planer, jeg lider af i Øjeblikket; . . .«

Medens Bohr arbejdede på afhandlingen om α -partiklerne, tabte han imidlertid ingenlunde de fundamentale problemer om atomets struktur,

som Rutherfords opdagelse havde rejst, af sigte. Tværtimod har afhandlingen, skønt Plancks virkningskvantum kun optræder i en lille regning deri, givet ham den første nøgle til løsningen af disse problemer. Den allerførste antydning af, at han er kommet på sporet af vigtige sammenhænge, finder vi i et interessant kort, han har sendt sin bror så tidligt som 19. juni, altså ganske kort efter at han har påbegyndt arbejdet på afhandlingen. Det hedder heri: »Det kunde være at jeg maaske har fundet ud af en lille Smule om Atomernes Bygning. . .«, som måske er »... et lille bitte Stykke af Virkeligheden. . .«, og han tilføjer den betydningsfulde bemærkning, at »... Det er altsammen vokset ud af en lille Oplysning jeg fik fra α -Straalernes Absorption . . .«

Det centrale punkt, Bohr slog ned på, var den principielle umulighed af, inden for rammerne af de klassiske fysiske teorier, at forklare atomernes stabilitet på basis af Rutherfords atommodel. Elektronerne, der antoges at kredse om den positive kerne, ville nemlig ifølge den klassiske teori meget hurtigt miste deres energi ved udsendelse af stråling og ende med at blive indfanget af kernen. Atomet ville således være instabilt, og der indgik da heller ikke i Rutherfords model nogen størrelse, der kunne fastlægge dets radius. Nu havde de klassiske teories begrænsning jo allerede vist sig ved århundredets begyndelse, især gennem Plancks og Einsteins arbejder over vekselvirkningen mellem stråling og stof, og Bohr var, som vi i det foregående har været inde på, tidligt blevet overbevist om, at en dybtgående revision var påkrævet. Han så nu, at virkningskvantet, som Planck havde indført for at forklare strålingsfænomenerne, netop havde en sådan dimension og værdi, at han kunne benytte dette som den stabiliserende størrelse, som fastlagde afstand og hastighed af elektronerne, der for simpelheds skyld tænkte at bevæge sig i cirkelbaner omkring kernen. Han benyttede herved en hypotese, hvis form var inspireret af virkningskvantets tidligere anvendelse på de faste stoffers termiske egenskaber. I løbet af juni og juli udarbejdede Bohr på grundlag heraf sine tanker om atomernes og molekylernes struktur i den såkaldte grundtilstand. Disse tanker indeholder mange af de forestillinger, der skulle udbygges i 2. og 3. del af den berømte afhandling om atomernes og molekylernes struktur, og i dem ligger også de første spirer til den teori, han udkastede i 1. del af afhandlingen, men som vi skal se, manglede han endnu en vigtig oplysning. Han nedskrev sine betragtninger for at vise dem til Rutherford, og lykkeligvis er hovedparten af dette værdifulde dokument bevaret.

Det fremgår af det allerede sagte, hvilken kolossal arbejdsindsats Bohr har ydet i løbet af disse få måneder. Vi kan se, at det næppe har været overdrevet, når han i begyndelsen af juni skriver til sin forlovede, at han arbejder »dag og nat«, og hvis det tilføjes, at hans kolleger dengang skal have sagt om ham, at han kun kom frem, når det var nødvendigt at »komme op og ånde«, har vi en træffende karakteristik fra den tid, som enhver, der har set Bohr fordybet i sit arbejde, vil nikke genkendende til.

I slutningen af juli rejste Bohr til København, hvor han blev gift den 1. august. Det var egentlig meningen, at bryllupsrejsen skulle være gået til Norge, men det havde trukket ud med at afslutte afhandlingen om α -strålerne, og de nygifte rejste derfor i stedet til England, hvor Bohr fuldenkte afhandlingen i Cambridge, hvorefter han rejste op og afleverede den til Rutherford. Den blev publiceret i *Philosophical Magazine* for januar 1913.

Da Bohr vendte hjem, havde Martin Knudsen overtaget professoratet i fysik efter Christiansen. Samtidig havde man nedlagt det docentur, Martin Knudsen havde haft, og som Bohr havde været selvskreven til, men som først blev oprettet igen og overtaget af Bohr det følgende år. I efteråret 1912 holdt Bohr imidlertid som privatdocent en forelæsningsrække over det mekaniske grundlag for termodynamikken, ligesom han i Fysisk Forening redegjorde for sine resultater vedrørende α -strålers absorption. En af tilhørerne ved forelæsningerne i termodynamik, fru Kirstine Meyer, kommenterer dem i et brev til Bohr således: »... Jeg har beundret den Klarhed og Overskuelighed, hvormed De har tilrettelagt det vanskelige Stof, og den gode Form, hvori De har »læst« for os. . . .«

I løbet af efterårssemestret lykkedes det endvidere Bohr med sin hustru hjælp (mange manuskripter og udkast til breve fra dette og de følgende år er dikteret til hende) at komme et stykke videre i sine betragtninger over den rolle, virkningskvantet spillede for atomernes opbygning. Om de vanskeligheder, han er stødt på ved beregningerne, beretter han i begyndelsen af november til Rutherford, der imidlertid beroliger ham med, at der ikke er nogen grund til at skynde sig, da det ikke ser ud til, at der er andre, der arbejder på det samme. Som tiden går, bliver han imidlertid mere og mere utålmodig, og den 5. februar skriver han til Oseen, som han lige har besøgt: »... Jeg er bange for at det haster, dersom det skal være nyt, naar det kommer; Spørgsmaalet er jo saa brændende. . . .«

Vi har i det foregående set, hvorledes det i løbet af sommeren og efteråret 1912 var lykkedes Bohr med udgangspunkt i Plancks og Rutherfords

23-12-12.

Kære Harald!

Endnu engang rigtig, rigtig glædelig Jule
for
Marquette, Niels

7.9. Lige som det alle Ringers Brevene gaae til Julebrev vilde den ene af os dog gerne sige, at den blev af Madlens Brev. De er afværelse med Ringeren. Hans Brev gaae Skulle nemlig gælde for den endelige, den Ringeren, Faldt af Atomerne; medens Nielsens Skulle henhæfte sig med Atomen under Udskelelse, men Elctromagnetisme er i Forandring med A. med Energi; for de som indtøjet den endelige Plodren. Udskelelse Skulle de de skrive, (hvilket er det for) og Nielsens Skulle henhæfte Atomerne, medens deres Energi indtøjet ender en som stød af de enkelte Iys i det enkelte Spectrum. Yderligere skulde Iys i det enkelte Skulle endelig at Energi den som indtøjet

er indtøjet. Den ene leder til Jule endnu engang om Udskelelse for det uopgaaende Julebrev, den Udskelelse skilte alle Skulle være at bygge Brevene gaae Madlens Brev, som den alle indtøjet den sidste om, at sammenkomme inde maade selv alle Ringeren at henhæfte sig som noget med Nielsens Brev i Morgen-Aften, og maade derfor alle Ringeren ender flere Brevene tilovers til at sende til Elctromagnetisme.

7.9.2.

Brevet vilde sige at de Ringer, og Julebrev til, at Ringeren
2 den Julebrev, men de Skilte at henhæfte sig.

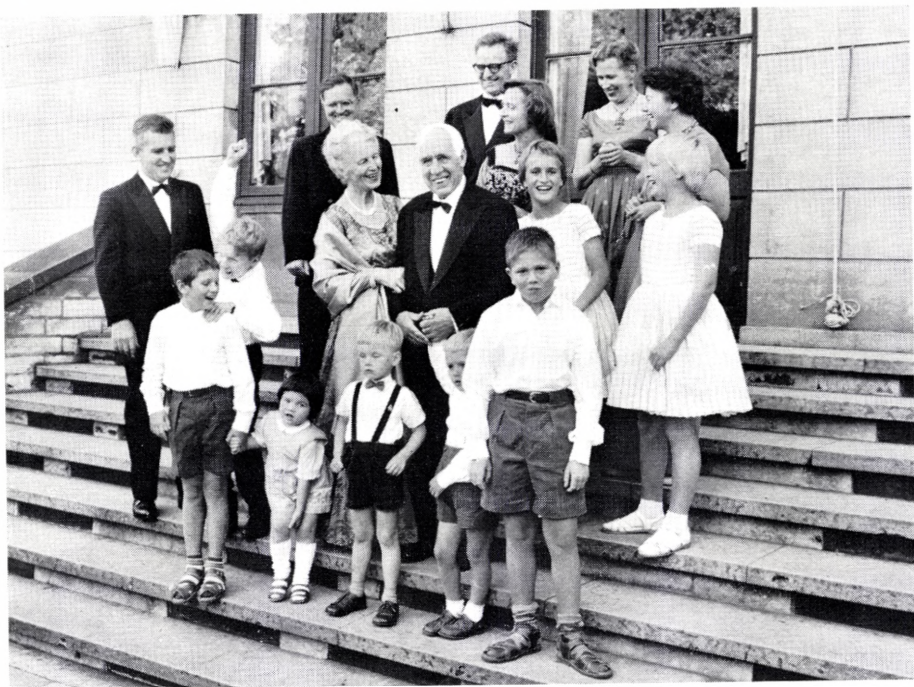
7.9.3. Endnu engang glædelig Jule

En julehilsen sendt til broderen Harald i 1912. I det første post scriptum fortæller Niels Bohr om sine nye tanker om atomernes udstråling



Margrethe Nørlund og Niels Bohr
som forlovede

Et billede fra guldbrylluppet i 1962



opdagelser at nå frem til nogle modeller for atomerne og molekylerne i den såkaldte grundtilstand. Først ca. en uge ind i februar 1913 støder han imidlertid på den tredje og afgørende brik i puslespillet, nemlig den formel, der var fremsat af schweizeren Balmer 28 år tidligere, og som redegjorde for de farver – *spektrallinierne* – der udsendes af lysende brint – brintens såkaldte *optiske spektrum*. Når man spurgte Bohr om det forunderlige i, at ingen tidligere var kommet på den tanke, at denne formel og dermed beslægtede, som især var fremsat af svenskeren Rydberg, og som var så forskellige fra, hvad man ellers kendte i fysikken, måtte afsløre fundamentale lovmæssigheder, kunne han sige: »Man opfattede dem på samme måde som de smukke mønstre i sommerfuglenes vinger, hvis skønhed man kan beundre, men som ingen formoder vil røbe fundamentale biologiske lovmæssigheder.«

Bohr har fortalt, at det var hans studiekammerat H. M. Hansen, der først henledte hans opmærksomhed på Balmers formel og de simple lovmæssigheder hos de optiske spektre, som Bohr hidtil slet ikke havde turdet give sig i kast med. Han gav sig nu til at studere, hvad han kunne finde i Starks bog »Prinzipien der Atomdynamik« om dette emne. Bohr sagde selv: »Så snart jeg så Balmers formel, stod det hele mig straks klart«, og det materiale, vi er i besiddelse af, dokumenterer da også utvetydigt rigtigheden heraf. Af breve til Rutherford af 31. januar og Hevesy af 7. februar 1913 fremgår det tydeligt, at Bohr på dette tidspunkt endnu ikke har studeret Balmers formel, og i den retning tyder også et brev fra Oseen til Bohr af 11. november samme år, som vi skal komme tilbage til. Til Rutherford skriver Bohr direkte: ». . . Jeg beskæftiger mig slet ikke med spørgsmålet om beregningen af de frekvenser, der svarer til linierne i det synlige spektrum. . . .« Vi er således her vidne til en helt utrolig skabelsesproces, hvor al den viden, Bohr tidligere har erhvervet sig, og alle de tanker om atomernes struktur, han har gjort sig, i et nu med placeringen af puslespillets sidste brik falder på plads og giver ham det helhedssyn, der gør det muligt for ham på mindre end en måned at udarbejde den berømte 1. del af afhandlingen om atomernes struktur, som han sender til Rutherford den 6. marts, og hvori overensstemmelsen med de optiske spektre nu er blevet hovedhjørnестenen i bygningen.

Det fundamentalt nye træk, der her er kommet ind i teorien, er tanken om at udvide begrebet grundtilstand til en hel række, som Bohr kaldte »stationære tilstande«, i hvilke elektronen kredser i bestemte afstande om-

kring kernen uden at afgive energi ved stråling. De forskellige spektrallinier tænkes så fremkommet ved, at elektronen springer fra én stationær tilstand til en anden under udsendelse af lys af en bestemt farve. Dette er indholdet af Bohrs to berømte postulater, og vi skal her forsøge kort at beskrive, hvorfor disse tanker – trods de grundlæggende arbejder af Planck, Einstein og andre – med rette kan siges at betegne det afgørende brud med den klassiske fysik.

Ifølge denne skulle en elektron, der kredser om en kerne, til stadighed udsende lys med en farve, som var bestemt ved den tid, *omløbstiden*, elektronen bruger til at bevæge sig én gang rundt om kernen. Farven ville derfor – i direkte modstrid med alle erfaringer – ændre sig fortsat, efterhånden som elektronen udstrålede energi og nærmede sig kernen, hvorved den nemlig ville komme til at rotere hurtigere og hurtigere. For det første er altså forekomsten af »stationære tilstande« helt udelukket ifølge den klassiske elektrodynamik. For det andet er det klart, at efter Bohrs teori, hvor lyset udsendes, når elektronen springer fra en bane med én omløbstid til en anden med en derfra helt forskellig omløbstid, kan der ikke være en sådan sammenhæng mellem farve og omløbstid som i den klassiske teori. Den betingelse, Bohrs angav til bestemmelse af lysets farve, den såkaldte *frekvensbetingelse*, adskilte sig således principielt helt fra den klassiske betingelse. Det var fremfor alt dette, der rystede samtidens fysikere så dybt; at lysets farve ikke svarede nøje til elektronens omløbstid, forekom dem ganske utænkeligt, og det krævede netop geniets mod at bryde med denne så fast forankrede forestilling.

Lad os antage, at vi accepterer dette, at elektronens omløbstid og farven af det udsendte lys ikke direkte har noget med hinanden at gøre. Nu havde en lang række tidligere forsøg – f. eks. med radiobølger – jo på overbevisende måde bekræftet den klassiske teoris påstand om en sådan sammenhæng. Det vil da være naturligt at spørge: hvorledes kunne det være muligt at forene den nye teoris antagelser med den viden, man havde fra de tidligere eksperimenter? Dette spørgsmål var Bohr imidlertid i stand til at besvare. Hvis man nemlig går til større og større baner – så at sige nærmer sig mere og mere til de betingelser, hvorunder den klassiske fysik skulle gælde – vil omløbstiderne for to nabobaner nærme sig mere og mere til hinanden, til en fælles værdi. Og beregner man nu farven af det lys, der efter Bohrs formel udsendes ved et spring mellem to sådanne baner, viser det sig, at den nærmer sig mere og mere til den farve, man i den klassiske teori ville

beregne svarende til denne fælles omløbstid. Selv om således *mekanismen* for lysets udsendelse i alle tilfælde er en helt anden end i den klassiske teori, nærmer de *resultater*, man kommer til, sig mere og mere til de klassiske, jo nærmere man kommer de betingelser, hvorunder disse er gyldige, således at Bohrs teori så at sige indeholder den klassiske teoris resultater i sig, er en *generalisation* af eller *korresponderer* med denne. Bohr kunne endog, ved at opstille en sådan overensstemmelse som en betingelse, vise, at en bestemt konstant, som han først havde indført på en noget hypotetisk måde, *måtte* have værdien $\frac{1}{2}$. Denne betragtningsmåde er den første antydning af hans *korrespondensprincip* eller analogibetragtninger, som han i begyndelsen talte om, en ledetråd, Bohr selv skulle udvikle og anvende så frugtbart i de følgende år, og som til slut skulle blive nøglen til kvantemekanikken. Det er da også med stolthed, Bohr skriver til Rutherford, at han finder »... den smukkeste analogi mellem den gamle elektrodynamik og de betragtninger, der er benyttet i min afhandling. ...« Selv om det nok gjorde et større indtryk på samtiden, at Bohr opnåede en nøje overensstemmelse mellem den på grundlag af hans teori beregnede og den eksperimentelt fundne værdi for den såkaldte Rydberg-konstant, kan man med rette sige, at korrespondensargumentet udgør kernepunktet i denne vidunderlige afhandling, der har få sidestykker i fysikkens historie.

Bohr sendte afhandlingen med et brev til Rutherford den 6. marts. I Rutherfords svar træder vanskelighederne ved at forstå de nye tanker og deres rækkevidde tydeligt frem; det var imidlertid et mere praktisk spørgsmål, der skulle blive hovedproblemet for Bohr i de kommende uger. I sit svar pointerede Rutherford nemlig tre gange, at han syntes, Bohrs afhandling var for lang og burde skæres ned, sidst med følgende efterskrift: »P. S. Jeg formoder, at De ikke har noget imod, at jeg efter eget skøn skærer det væk, jeg måtte synes er overflødigt i Deres afhandling. Vær venlig at svare.« Når man kender Bohrs omhu med udarbejdelsen af hans afhandlinger, kan man forestille sig hans skræk ved tanken om et sådant indgreb; han havde endog, da han modtog dette brev, sendt Rutherford yderligere nogle tilføjelser til afhandlingen. I denne kritiske situation rejste han sporenstregs til Manchester for, som han selv kunne udtrykke det, at »kæmpe sagen ud« med Rutherford.

Vi kan kun gisne om Rutherford forbløffelse over den unge danskers initiativ, men han glemte i hvert fald aldrig dette møde, hvor Bohr under timelange diskussioner holdt fast ved, at hvert eneste ord i manuskriptet

måtte blive stående. Tyve år senere fortalte Rutherford herom: »Jeg kunne mærke, at han havde overvejet hvert ord i den, og det imponerede mig, hvor ihærdigt han holdt fast ved hver sætning, hvert udtryk, hvert citat; alt havde en ganske bestemt grund, og skønt jeg først syntes, at man let kunne stryge mange sætninger, så viste det sig, da han forklarede mig, hvordan det hele hang sammen, at det var umuligt at ændre nogenting.« Ingen, der kender den vægt, Bohr lagde på argumenters betydning, kan da heller være i tvivl om, at han ikke blot kæmpede for at bibeholde den formulering, han anså for den eneste rigtige, men i lige så høj grad for ved sine argumenters vægt at overbevise Rutherford om, at det virkelig *var* den eneste mulige formulering. Under alle omstændigheder blev resultatet, at der kun blev foretaget rent sproglige rettelser.

Efter disse hektiske uger arbejder Bohr uopholdeligt videre på 2. og 3. del af afhandlingen, hvis hovedpunkter, som vi har omtalt, allerede er udarbejdet, men som nu må gennemarbejdes og omarbejdes i overensstemmelse med det nye grundlag. De indeholder, foruden betragtninger over strukturen af mere komplicerede atomer og molekyler, et første forsøg på at gøre nøjere rede for det periodiske system ved hjælp af elektronringe samt afsnit vedrørende røntgenstråling og radioaktive fænomener. Bohr overvejede også at inkludere et afsnit om magnetisme, hvor de nye betragtninger skulle knyttes sammen med det af Weiss indførte magneton-begreb og anvendes til behandling af den som Zeeman-effekt betegnede opspaltning af spektrallinierne i et magnetfelt. Imidlertid mødte Bohr her store principielle vanskeligheder, som først senere blev afklaret, og han opgav offentliggørelsen af dette afsnit, der kun findes som kladder. Den 10. maj returnerer Bohr korrekturen af 1. del til Rutherford ledsaget af et brev, der bl. a. beretter om, hvorledes det kun går langsomt frem med 2. del på grund af »besværlige numeriske beregninger« vedrørende stabiliteten af ringsystemer af elektroner. En del af Bohrs papirer vedrørende dette spørgsmål er bevaret, og de vidner om det arbejde, han har nedlagt heri, og den omhu, hvormed alle regninger er gennemført. I løbet af foråret og sommeren udarbejdede Bohr 2. og 3. del af afhandlingen og sendte manuskripterne til Rutherford efterhånden, som de blev færdige. Efter at 1. del var udkommet i juli-nummeret af *Philosophical Magazine*, rejste Bohr på ny til England, hvor han foruden at tage til Manchester også gav sig tid til at aflægge besøg i London og Cambridge.

Det har været med spænding, Bohr har imødeset, hvorledes de nye tanker ville blive modtaget blandt fysikerne rundt om i verden. En af de tidligste reaktioner på den første afhandling har vi i et postkort fra professor Sommerfeld i München, der var en af de førende teoretiske fysikere i Tyskland. Dette postkort er så interessant, at det fortjener at gengives uforkortet:

4. IX. 13.

Højtærede Herr Kollega!

Jeg takker Dem mange gange for tilsendelsen af Deres særdeles interessante arbejde, som jeg allerede havde studeret i Phil. Mag. Det problem, at udtrykke den Rydberg-Ritz'ske konstant ved det Planck'ske h , har allerede længe foresvævet mig. Jeg har for nogle år siden talt om det til Debye. Selv om jeg foreløbig endnu er noget skeptisk over for atommodeller i det hele taget, så foreligger der i beregningen af denne konstant uomtvisteligt en stor bedrift. Iøvrigt bliver den numeriske overensstemmelse endnu bedre med den nye Planck'ske værdi $h = 6,4 \cdot 10^{-27}$. Vil De også anvende Deres atommodel på Zeeman-effekten? Jeg ville beskæftige mig med det. Gennem hr. Rutherford, som jeg håber at se i oktober, kan jeg måske høre nærmere om Deres planer.

Deres hengivne

A. Sommerfeld.

Bohr yndede siden humoristisk at fortælle om Sommerfelds første skepsis over for »atommodeller i det hele taget«. Imidlertid er det ikke helt let af dette kort at udlede, i hvor høj grad Sommerfeld egentlig havde accepteret det radikale brud med de klassiske forestillinger, som lå til grund for de nye ideer. Et interessant vidnesbyrd om Sommerfelds holdning har vi fra den franske fysiker Brillouin. Han fortæller, at han erindrer, han kom ind på Sommerfelds kontor, da denne lige havde set nummeret af Philosophical Magazine med Bohrs afhandling; »Der er en særdeles vigtig afhandling her af N. Bohr«, sagde Sommerfeld, »den vil betyde en milepæl i den teoretiske fysik.«

I Göttingen, hvis matematisk-naturvidenskabelige fakultet indtog en så fremtrædende stilling i videnskaben, var reaktionen mere kølig. Vi har især oplysninger herom fra matematikeren Richard Courant, en nær ven af Harald Bohr, der også skulle slutte et nært venskab med Niels, efter at de havde truffet hinanden i Cambridge i september 1913, lige efter det store Birmingham-møde, som vi straks skal omtale. Courant fortæller, at selv om fysikerne i Göttingen nærede stor respekt for Harald, der jo på det tidspunkt var en kendt skikkelse ved fakultetet dér, og som forsikrede dem, at »når Niels siger det og betragter det som så vigtigt, må det også være et stort fremskridt i fysikken«, stillede de sig alligevel i begyndelsen

fuldstændigt afvisende over for den nye teori. Især den berømte spektroskopiker Runge reagerede voldsomt mod Bohrs ideer. Efter hvad Bohr selv erindrede, var det bl. a. den tidligere omtalte faktor $\frac{1}{2}$, som han jo havde begrundet ved et strengt korrespondensargument, der gjorde, at man ikke tog teorien alvorligt. Langt senere – da Bohr havde fået Nobelprisen – skrev Courant i et lykønsningsbrev, efter en omtale af hvorledes Bohr i England havde fortalt ham om sine ideer: »...Takket være den forudgående suggestion gennem Harald, der så ofte havde fortalt vidunderlige ting om sin bror, var jeg dengang straks parat til at tro, at De måtte have ret; da jeg så berettede om disse ting i Göttingen, lo man af, at jeg kunne tage sådanne fantasier alvorligt; jeg er altså så at sige blevet en martyr for den Bohr'ske model. . . .«

Allerede i begyndelsen af august havde Hevesy, hvem Bohr havde sendt sine manuskripter, i et fint brev givet udtryk for sin anerkendelse af hans arbejde. I dette brev skriver Hevesy efter en omtale af den dybe tilfredsstillelse, som den videnskabelige forskning kan give os: »... De vil nu forstå, hvorfor læsningen af Deres afhandlinger har været mig en kilde til glæde. Jeg ser med stor interesse frem til resultatet af Deres mere udførlige beregninger. Så vidt er alting så klart, opførslen af brint og helium, som den er beskrevet i teorien, så sand, at ingen kan undgå at blive slået af det ved at læse det. . . .«

Et vidnesbyrd fra en anden nær ven har vi i et brev fra Oseen, sendt i november, efter at 3. og sidste del af afhandlingen var kommet; det understreger atter, at Bohr ved besøget hos ham i begyndelsen af februar endnu ikke var kommet på sporet af spektrenes lovmæssigheder. Denne hengivne ven udtrykker sin beundring således: »... Det jeg først ville sige Dig er, at jeg, som jo på forhånd kendte retningen af din tankegang såvel som nogle af dens resultater, alligevel på ét punkt blev overrasket over skønheden i Dit resultat. Det var sammenhængen mellem h og den Balmer-Rydbergske konstant. Så vidt det kan ses, er Du på det punkt kommet over hypotesernes og teoriernes region til den faktiske sandheds. Højere kan ingen teoretiker komme, og jeg lykønsker Dig af hele mit hjerte. . . .«

Bohrs egen indstilling omkring denne tid får vi et indtryk af gennem en interessant bemærkning i et kort, han i september sender McLaren, der i februar, som svar på et brev fra Bohr, der desværre er gået tabt, har skrevet, at han selv »... hælder til den anskuelse, at de gamle mekaniske forestillinger ikke står til at redde.« Medens Bohr så sent som 1. juli, under ind-

tryk af en eksperimentel undersøgelse af J. J. Thomson, skriver til Rutherford: »Jeg har i nogle få dage været frygteligt i tvivl med hensyn til gyldigheden af grundlaget for hele teorien. . . .«, aner vi i kortet til McLaren den sikkerhed, hvormed han nu føler, at han er på den rette vej: ». . . I nødvendigheden af nye antagelser tror jeg, at vi er enige; men tror De, at så frygtelige antagelser, som jeg har benyttet, er nødvendige? For øjeblikket hælder jeg til de mest radikale anskuelser og betragter anvendelsen af mekanikken som værende blot af formel gyldighed.«

Når vi hidtil slet ikke har omtalt reaktionen i England, skyldes det, at den første lejlighed, ved hvilken et større forum af sagkyndige blev præsenteret for Bohrs teori, netop var ved British Association for the Advancement of Science's årlige møde, der blev holdt i Birmingham i midten af september. Allerede i maj havde Rutherford foreslået, at man skulle indbyde Bohr til at tage del i den diskussion af strålingsproblemerne, som skulle finde sted på denne konference. Så sent som 1. september, godt og vel en uge inden mødets begyndelse, skriver Bohr imidlertid, at han ikke vil være i stand til at forlade København. I sidste øjeblik, efter at han fra Rutherford har fået meddelelse om, at bl. a. den store hollandske fysiker Lorentz vil være til stede, har han imidlertid ombestemt sig, og mødet blev en stor oplevelse for ham, som han ofte siden i samtaler vendte tilbage til.

At Bohrs teori allerede på dette tidspunkt, hvor 2. del af afhandlingen netop var udkommet, havde tiltrukket sig opmærksomhed i England, fremgår af, at den på konferencen ikke blot omtaltes i indlæg af Rutherford og Jeans, men også blev nævnt i Sir Oliver Lodges åbningstale. Det var Jeans, der indledte diskussionen om strålingsproblemerne, og herunder gav han en udførlig redegørelse for Bohrs teori, der introduceredes med følgende ord: ». . . er Dr. Bohr nået frem til en særdeles sindrig og tankevækkende og, tror jeg vi må tilføje, overbevisende forklaring af lovene for spektralserierne.« Bohrs dristige postulater kommenterede Jeans således: ». . . Den eneste retfærdiggørelse, der for øjeblikket kan gøres gældende for disse antagelser, er den meget vægtige, at de virker i praksis.« Om sit indtryk af Jeans' holdning til teorien fortæller Bohr en uge senere i et brev til sin kone: ». . . Foreløbig er det gaaget saa godt som jeg paa nogen Maade kunde ønske. Jeans, der indledte Diskussionen om Straalingsproblemet med et ganske storartet Foredrag, gav en meget smuk og velvillig Fremstilling af min Theori, jeg tror at han er overbevist om at der i det mindste er nogen Realitet bag mine Betragtninger . . .«

De ældre fysikere var imidlertid mere tilbageholdende. Bohr har således i Rutherford-forelæsningsen fortalt, hvorledes Lord Rayleigh undgik at tage stilling til spørgsmålet ved en humoristisk bemærkning om, at selv om han ikke længere stod så fast på sit standpunkt fra de unge år, at en mand over 60 ikke burde tage del i en debat om aktuelle problemer, stod han dog fast nok på det til ikke at ville deltage i denne diskussion. Diskussionsindlæggene er iøvrigt desværre ikke bevaret i deres helhed, men vi ved dog, at Lorentz i forbindelse med et indlæg af Bohr rejste spørgsmålet om den logiske sammenhæng mellem Bohrs postulater og den klassiske teori. Bohr indskrænkede sig til at svare, at denne del af teorien ikke var komplet, men hvis man accepterede kvanteteorien, var et eller andet skema af den art, han havde benyttet, nødvendigt. At han ikke har ladet det blive herved, men har fortsat med at udvikle sine forestillinger for Lorentz efter mødet, røber et brev fra Lorentz til Bohr, hvori Lorentz adskillige år senere skriver om »... de teorier, som De gav mig en første fremstilling af i Sir Oliver Lodges have. . . .«

Et vigtigt punkt i teorien blev genstand for diskussion på samme tid, som Birmingham-konferencen fandt sted. Bohr var nemlig i sin afhandling kommet til den konklusion, at visse spektrallinier, som man hidtil havde troet hidrørte fra brint, i virkeligheden måtte tilskrives helium, og allerede i det brev, han sendte til Rutherford med 1. del af afhandlingen, havde han berørt dette punkt og spurgt, om det var muligt at anstille eksperimenter herover i Manchester. Disse var blevet udført af Evans i løbet af sommeren, og hans resultater, der støttede Bohrs påstand, blev offentliggjort i »Nature« den 4. september. Den fremragende engelske spektroskopiker A. Fowler, der selv havde opdaget nogle af de omtalte spektrallinier, var imidlertid endnu ikke overbevist, idet han pegede på en lille, men reel uoverensstemmelse mellem de eksperimentelle resultater og de værdier, man fandt ved en simpel anvendelse af Bohrs formel. Nu var Bohrs påstand begrundet i en korrespondensbetragtning, og en sådan uoverensstemmelse ville derfor, hvor lille den end var, i virkeligheden betyde, at hele grundlaget for Bohrs teori faldt væk. I den påfølgende diskussion i »Nature« viste Bohr imidlertid, at Fowlers indvending kunne afvises, hvis man tog hensyn til selve kernens bevægelse omkring atomets tyngdepunkt. Ved denne nøjagtigere beregning kunne Bohr ikke blot påvise den smukkeste overensstemmelse mellem de beregnede og de iagttagne spektrallinier, men kunne også forudsige, at en række andre, hidtil ikke observerede heliumlinier, som efter den simple

teori ville falde sammen med nogle af Balmer-linierne, i virkeligheden skulle vise sig en lille smule forskudt i forhold til disse. Linierne blev det følgende år fundet af Evans på de forudberegnete steder.

Interessant er det, at det netop var Evans' første eksperimenter, der blev udslagsgivende for Einsteins holdning. Vi har denne viden fra to breve, som Hevesy sendte til henholdsvis Bohr og Rutherford, efter at han på en kongres i Wien i slutningen af september havde fortalt Einstein om udfaldet af disse eksperimenter. Til Bohr skriver han med rørende hengivenhed på sit charmerende engelsk, som vi kun kan give et fattigt indtryk af i oversættelsen: »... så spurgte jeg ham [Einstein] om hans syn på Deres teori. Han fortalte mig, den er meget interessant, meget vigtig, hvis den er rigtig og så videre, og han havde meget lignende ideer for mange år siden, men havde ikke mod til at udvikle den; jeg fortalte ham, at det er godtgjort nu med sikkerhed, at Pickering-Fowler-spektret tilhører helium. Da han hørte dette, var han overordentlig forbløffet og fortalte mig: »Så afhænger lysets frekvens slet ikke af elektronens frekvens – (Jeg forstod ham således??). Og dette er en *uhyre bedrift*. Så må Bohrs teori være rigtig.« Jeg kan næppe fortælle Dem, hvor glad jeg har været, og næsten intet andet kunne gøre mig en sådan glæde end denne spontane bedømmelse fra Einstein.« Og brevet til Rutherford slutter således: »... Da jeg fortalte ham om Fowler-spektret så Einsteins store øjne endnu større ud, og han fortalte mig: »Så er det en af de største opdagelser.« Jeg følte mig meget lykkelig ved at høre Einstein sige dette.«

Vi har tidligere fremhævet den foreløbige og ubegrundede karakter af Bohrs hypoteser og især »blandingen af Plancks ideer med den gamle mekanik«, som Rutherford noget respektløst havde beskrevet dem. Ingen var imidlertid mere på det rene med dette forhold end Bohr selv, og i de følgende år, hvor flere fysikere troede, at man allerede var ved at få fastere grund under fødderne, benyttede han enhver lejlighed til at pointere denne mangel på teoretisk fundering. Således understregede han i et foredrag om den nye teori, som han holdt i Fysisk Forening i december 1913*), og som han selv med rette regnede for noget af det bedste og klareste, han havde skrevet, denne side af sagen i følgende smukke slutning: »Førend jeg slut-

*) Offentliggjort i Fysisk Tidsskrift 1914; genoptrykt i Fysisk Tidsskrifts mindeskrift for Bohr (1963).

ter, vil jeg blot gerne sige, at jeg haaber, at jeg har udtrykt mig saa tydeligt, at De vil have opfattet, hvor meget de fremførte Betragtninger strider imod den saa beundringsværdigt sammenbyggede Kreds af Forestillinger, som man med Rette har benævnt den klassiske Elektrodynamik. Paa den anden Side har jeg bestræbt mig for at bibringe Dem det Indtryk, at der – netop ved saa stærkt at fremhæve denne Modstrid – maaske er Mulighed for med Tiden ogsaa at bringe en vis Sammenhæng i de nyere Forestillinger.«

Efteråret 1913 bragte iøvrigt to meget betydningsfulde arbejder, der havde direkte tilknytning til Bohrs teori. For det første offentliggjorde Moseley resultaterne af de eksperimenter, han havde udført i Manchester, hvor han for en række grundstoffer, der følger efter hinanden i det periodiske system, havde foretaget målinger af bølgelængderne af »spektrallinier« fra den såkaldte karakteristiske røntgenstråling, der ligger uden for det synlige område. Moseleys eksperiment støttede på smukkeste måde Bohrs forestillinger, idet det viste sig, at linierne flyttede sig på regelmæssig måde fra grundstof til grundstof, således at der måtte være en bestemt størrelse, der ændrede sig med én enhed fra det ene stof til det næste, og denne størrelse kunne kun være kernens ladning, eller, hvad der er det samme, antallet af elektroner i det neutrale atom. Tolkningen af de karakteristiske røntgenliniers fremkomst på grundlag af Bohrs model blev imidlertid først givet det følgende år af tyskeren W. Kossel, der antog, at de fremkommer, når en elektron er blevet fjernet fra en af de indre baner, idet en ydre elektron derefter springer ind på dens plads under udsendelse af stråling efter Bohrs formel.

Det andet store fremskridt fra dette efterår var tyskeren Starks opdagelse, at en spektrallinie splittes op i flere, når de atomer, hvorfra den udsendes, anbringes i et elektrisk felt, analogt til Zeemans tidligere opdagelse af den tilsvarende effekt for et magnetfelt. Stark offentliggjorde sin afhandling i november, og det var Rutherford, der gjorde Bohr opmærksom herpå, idet han i begyndelsen af december sendte Bohr et brev, hvori han bl. a. skrev: »Blot en notits for at henlede Deres opmærksomhed på den nye opdagelse af Stark, at et elektrisk felt frembringer en opsplnitning af brint- og heliumlinierne, der minder meget om Zeeman-effekten . . . Jeg synes, at det er Deres sag nu at skrive noget om Zeeman-effekten og den elektriske effekt, hvis det er muligt at bringe dem i overensstemmelse med Deres teori.«

Dette arbejde gav Bohr sig straks i kast med, og hans teori var nu blevet så kendt, at flere andre fysikere ligeledes forsøgte at benytte den til forkla-

ring af Stark-effekten. Med en for Bohr usædvanlig hurtighed publicerede han allerede sin afhandling herom i marts-nummeret af *Philosophical Magazine*. I indledningen opridser Bohr i en ny formulering grundlaget for sin teori, og det er et karakteristisk træk, som vi genfinder ved alle de følgende afhandlinger, at han gennem en stadig mere forfinet analyse af de grundlæggende antagelser søger at nå frem til en klarere og klarere forståelse af, hvad de indebærer. Hvad angår afhandlingens egentlige indhold, var teorien endnu ikke tilstrækkeligt udviklet til at kunne gøre rede for de omtalte effekter, og Bohr førtes derfor af tungtvejende grunde til for Zeeman-effektens vedkommende at modificere sin frekvensbetingelse. Senere, da Sommerfeld i 1915–16 havde videreudviklet teorien, og korrespondensprincippet forfinedes, viste det sig, at disse grunde faldt bort, og man kunne bibeholde frekvensbetingelsen i dens oprindelige form. For Stark-effektens vedkommende kunne teorien forklare de grovere træk og give visse kvalitative udsagn, omend man også her først efter Sommerfelds udvidelse af teorien kunne skimte begyndelsen til en forklaring.

Et andet punkt, der endnu et par år skulle forblive en gåde, og som skulle blive nøglen til det næste store fremskridt, var, at brintlinierne i virkeligheden havde vist sig at være dobbelte. Bohr udkastede først den teori, at fænomenet kunne skyldes en opsplitning hidrørende fra en Stark-effekt i det udladningsrør, hvor spektret frembragtes, og i løbet af foråret 1914 anstillede han sammen med H. M. Hansen eksperimenter herover, der imidlertid gav negativt resultat. Samtidig holdt han en forelæsningsrække over sit gamle speciale, metallernes elektronteori, ligesom han i Fysisk Forening fortalte om de nyere arbejder over røntgenstråler.

I begyndelsen af foråret genoptog man imidlertid for alvor den tanke at søge oprettet en selvstændig lærerpost til Bohr, som allerede havde været fremme i 1911, men atter var blevet skrinlagt, bl. a. fordi der fra universitetets side havde været en del modstand herimod, hvilket bevirkede, at Bohr havde måttet ofre kostbar tid på assistentarbejde, især med undervisning af medicinerne. For at antyde karakteren af de genvordigheder, Bohr havde i disse år, skal vi blot gengive et lille stykke af et brev til Oseen, som han skrev i marts 1914, kort før han bad om en udtalelse til støtte for sin ansøgning om oprettelse af et professorat i teoretisk fysik: »... Til min Stilling hører der nemlig intet Laboratorium, thi det Prof. Knudsen havde, da han var Docent, blev lagt over til Professoratet, da jeg blev ansat. Jeg har kun det Hverv at undervise de medicinske Studerende i Fysik, og har intet at

gøre med den videnskabelige Undervisning i Fysik og har saaledes ikke Mulighed for at faa Elever eller Assistance. Jeg arbejder derfor paa at faa oprettet en Lærerpost i Theoretisk Fysik (Du husker maaske at der efter min Doktordisputats var Tale om en saadan) men der er vist ikke meget Haab om at det vil lykkes idet Fakultetet stadig ikke ønsker Oprettelsen af en saadan Stilling.«

Sagen trak da ogsaa i langdrag, og da Rutherford kort efter tilbød Bohr det docentur, der var blevet ledigt efter Darwin, slog han derfor til. Rutherford antydede først forsigtigt muligheden heraf i et brev, han sendte i maj: »... Jeg formoder, at De ved, at Darwins docentur er udløbet, og vi annoncerer nu efter en efterfølger til et honorar af 200 £. Foreløbige forespørgsler viser, at der ikke er mange lovende mænd til rådighed. Jeg ville sætte pris på at få en ung fyr med nogen originalitet i sig.« I juni rejste Bohr til Manchester og traf endelig aftale med Rutherford om at overtage docenturet for universitetsåret 1914-15, i hvilket tidsrum han fik bevilget orlov fra Københavns universitet.

Inden han rejste til England, foretog Bohr i juli sammen med sin bror en vandretur i Alperne, og på vejen gennem Tyskland benyttede han lejligheden til foruden i Würzburg at aflægge besøg i Göttingen og München, hvor han i to kollokvier gjorde rede for sine resultater. Medens Harald, der stødte til i Göttingen, jo allerede tidligt havde haft så nær tilknytning til kredsen her, var det første gang Niels havde lejlighed til at tale med de tyske fysikere om sin teori, og han benyttede naturligvis denne til i samtaler med bl. a. Debye, Born, Wien, Sommerfeld og Kossel at redegøre for sine synspunkter. Fra brevene hjem til hans hustru får vi et indtryk af disse samtaler og overhovedet af holdningen til hans teori i Göttingen. Runge synes som ventet ikke mulig at overbevise, han »... tilhører den gamle Skole...«. Debye, derimod, som Bohr nærrede stor beundring for, »... har hele Tiden stillet sig velvilligt til mine Spekulationer, men jeg tror dog, det lykkedes mig at overbevise ham om, at det hele maaske kan føre til mere, end han havde tænkt sig...«. Bemærkelsesværdigt er det, at Bohr beretter om skepsis hos Born, der kun var få år ældre end ham selv, og som senere skulle yde så væsentlige bidrag til kvanteteorien: »... Til at begynde med havde han stillet sig ganske afvisende over for min Theori, men jeg tror, at det lykkedes mig at gøre ham begribeligt, at det altsammen maaske ikke var saa helt vildt, som det i første Øjeblik saa ud...«. Tiden i Göttingen tilbragte Bohr iøvrigt ganske naturligt meget sammen med matematikerne, med

hvem han gik ture og spillede tennis. Hans indtryk fra München, som han beskrev i et brev til sin mor, er vi desværre afskåret fra at gengive, idet dette brev synes at være gået tabt.

Den egentlige vandretur foregik i de bayerske og østrigske Alper, hvor de to brødre vandrede fra hytte til hytte, og herfra sendte Bohr begejstrede naturskildringer hjem til sin kone. Ved én lejlighed, hvor han har besteg et bjergtop, beskriver han f. eks. udsigten således: »... Jeg kan ikke beskrive, hvor dejligt der var deroppe, til de tre sider saa man saa langt Øjet rakte kun snedækte Bjergtinder, og til den fjerde saa man ned i en græsklædt Dal, der mandede ud i en stor Slette, og det var saa morsomt at se, hvordan Bjergene ligesom pludselig voksede op af Sletten ...« Og senere, da tåge og regn har forhindret en planlagt dagsmarch: »... Man kan ikke beskrive, hvor vidunderligt og storslaaet det er, naar Taagen i Højfjeldet pludselig kommer drivende ned fra alle Tinderne, til at begynde med som ganske smaa Skyer for til Slut at opfylde hele Dalen ...« At de to brødre har været i ganske god form, får man indtryk af, når man hører, at de har gået op til 35 km på en dag.

Det var planlagt, at brødrene skulle komme hjem den 6. august, men i mellemtiden brød verdenskrigen ud, så de måtte rejse hjem over hals og hoved, og det var kun med nød og næppe, de nåede tilbage gennem Tyskland, inden grænserne blev lukket. Krigen bevirkede også, at den regelmæssige skibsforbindelse med England blev afbrudt, og Bohr kom i det hele taget i stærk tvivl om betimeligheden af at tage derover under disse omstændigheder. Efter at have stået i telegrafisk forbindelse med laboratoriet i Manchester besluttede han sig imidlertid alligevel til at rejse, og sammen med sin hustru ankom han til England i begyndelsen af oktober med et skib direkte fra København nord om Skotland. Det følgende forår bestemte Bohr sig til at søge endnu et års orlov fra København, og dette hans andet ophold i England kom således til at strække sig helt til sommeren 1916.

I den tid holdt Bohr forelæsninger over termodynamik, kinetisk teori, elektromagnetisk teori og elektronteori, samtidig med at han naturligvis arbejdede videre med atomteorien såvel som teorien for bremsning af ladede partikler. Yderligere tog han sig tid til eksperimentelt arbejde. I 1914 havde nemlig de to tyske fysikere Franck og Hertz gjort en meget betydningsfuld opdagelse, som i den følgende tid kom til at spille en stor rolle, og for hvilken de en halv snes år senere fik tildelt Nobelprisen. De fandt, at

kviksølvatomer, der bombarderes med elektroner, optager energien i kvanter, idet elektronerne slet ikke afgiver deres energi til kviksølvatomerne, hvis den er under en vis kritisk værdi, men beredvilligt afgiver den, hvis den er over denne værdi. Disse eksperimenter skulle i sidste ende frembyde endnu en væsentlig støtte for Bohrs teori, idet det, der sker, er, at den stødende elektron løfter den yderste elektron i et kviksølvatom op fra dens grundtilstand til den næste stationære tilstand, og den energi, der kræves hertil, har netop den af Franck og Hertz fundne værdi. Det er imidlertid interessant, at denne mulighed slet ikke havde strejft Franck og Hertz selv, som i deres afhandling om eksperimentet overhovedet ikke nævnedes Bohrs teori, men tværtimod mente, at de havde slået elektroner helt ud af kviksølvatomerne, havde *ioniseret* disse. De troede således, at det var den hertil svarende energi, ioniseringsenergien, de havde målt, og de iagttog da også, at der virkelig fremkom ionisering. Dette ville imidlertid være uforståeligt ud fra Bohrs teori og betyde en stor vanskelighed for denne, da det skulle kræve en langt større energi end den målte, og Bohr, der snart fandt den rigtige forklaring, kom da også til det resultat, at den iagttagne ionisering måtte skyldes en biefekt. Det var med henblik på at opklare dette vigtige punkt, at han sammen med Makower gik i gang med en eksperimentel undersøgelse. Hvorledes denne måtte opgives igen, fordi der gik ild i deres apparat, og den tyske glasblæser, der havde konstrueret det, i mellemtiden var blevet interneret, har Bohr selv givet en humoristisk beskrivelse af i Rutherfordforelæsningen. Det er bemærkelsesværdigt, at så sent som i 1916 omtaler Franck og Hertz stadig den kritiske energiværdi som en ioniseringsenergi, og først efter at Davis og Goucher, der arbejdede i New York, i 1917 definitivt havde vist, at ioniseringen var en sekundær effekt, accepterede de Bohrs forklaring.

Bohrs teoretiske arbejde i disse år gik naturligvis først og fremmest ud på at videreudvikle atomteorien, og han offentliggjorde en afhandling om dette emne i september 1915, hvori man foruden en omhyggeligt udarbejdet oversigt over de fundamentale antagelser bl. a. finder en omtale af Franck og Hertz' eksperiment med den korrekte forklaring, samt en redegørelse for Moseleys eksperimenter på grundlag af Kossels forklaring (Moseley var i august 1915 faldet i krigen i en alder af 27 år, et tab, der blev dybt begrædt af fysikere i alle lande). Samtidig arbejdede Bohr som sagt videre på sin teori for bremsning af ladede partikler, der passerer gennem stof, som han forfinede ved indførelse af statistiske betragtninger, og han publicerede

en afhandling herom i oktober 1915. Den tilsyneladende modsætning mellem de klassiske principper, der er anvendt ved beregningerne heri, og de principper, der lå til grund for kvanteteorien for atomet, havde Bohr også påtænkt at komme ind på, men han var bange for, at afhandlingen ville blive for lang, og opgav det igen.

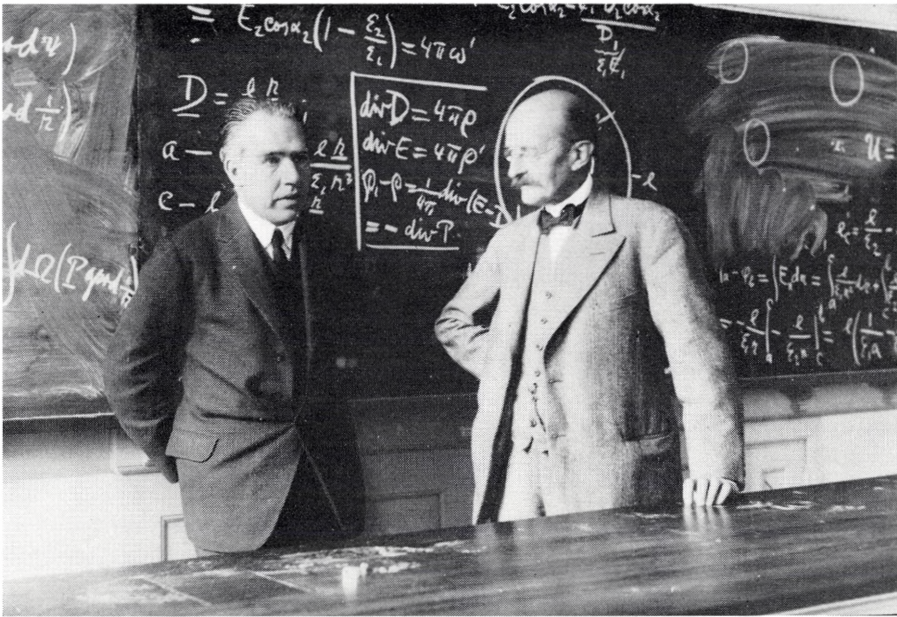
En af de mest interessante afhandlinger, der kom fra Bohrs hånd i disse år, er imidlertid en ganske kort note, formuleret som et brev til *Philosophical Magazine* med kommentarer til en afhandling af H. S. Allen. I denne note, der offentliggjordes i februar 1915, anfører han for første gang den korrektion, der kommer ind i hans formel for brintspektret ved anvendelse af relativitetsteorien på de cirkulære elektronbaner i brintatomet. For de ellipseformede baners vedkommende vil en anvendelse af relativitetsteorien imidlertid give det resultat, at ellipsen som helhed foretager en drejende bevægelse, således at elektronen beskriver en række »sløjfer« omkring kernen, og Bohr antyder nu, at denne drejning kunne være årsag til brintliniernes dobbelte karakter, som han allerede havde beskæftiget sig så meget med året forinden. Det var, som vi straks skal se, netop i den retning, det næste store fremskridt skulle gå. Bohr går imidlertid ikke nærmere ind på problemet, men tilføjer blot, at det næppe er umagen værd at tage spørgsmålet op til detaljeret behandling, før der foreligger nøjagtigere målinger af opspaltningen af spektrallinierne.

Sådanne målinger blev taget op samtidig af Evans i Manchester og den tyske fysiker Paschen i Tübingen. Medens Evans stødte på forskellige eksperimentelle vanskeligheder, lykkedes det Paschen i løbet af 1915, ved en serie fremragende målinger, med stor nøjagtighed at bestemme en række af de søgte værdier. Det blev da også Sommerfeld, der stod i nær kontakt med Paschen, hvem det lykkedes at bringe teorien det næste afgørende skridt fremad. Sommerfeld fulgte netop de af Bohr antydede retningslinier, idet han anvendte relativitetsteorien på ellipseformede baner. Han føjede imidlertid et fundamentalt nyt træk til teorien, idet han fandt en måde at fastlægge de stationære tilstande på, der var mere almen end den, Bohr havde benyttet. Medens Bohr således kun havde været i stand til at behandle elektronbevægelser, der var periodiske, d.v.s. bevægelser, som gentager sig efter én omdrejning, var man efter Sommerfelds teori i stand til også at behandle mange ikke-periodiske bevægelser, hvilket naturligvis betød et stort fremskridt. Det var herigennem muligt for Sommerfeld at gøre rede for de dobbelte brintlinier, ligesom han kunne vise, at spektrallinierne måtte være

yderligere spaltet op i komponenter, den såkaldte finstruktur, og han fandt en udmærket overensstemmelse mellem teoriens udsagn og de af Paschen foretagne målinger. Kort efter fremkomsten af Sommerfelds teori var Epstein og Schwarzschild i stand til at redegøre for Stark-effekten for brintatomet på det nye grundlag.

Sommerfeld havde fremsat sin teori for det videnskabelige akademi i München i december 1915 og januar 1916. Han sendte afhandlingerne til Bohr, der fik dem i hænde i marts 1916, da han selv var nået så vidt med en afhandling om »Anvendelse af kvanteteorien på periodiske systemer«, at den allerede forelå i korrektur. Bohr modtog Sommerfelds arbejde med begejstring og skrev straks et brev til ham, hvori det bl.a. hedder: »Jeg takker Dem så meget for Deres overordentlig interessante og smukke afhandlinger. Jeg tror ikke, at jeg nogensinde har nydt læsningen af noget, mere end jeg nød studiet af dem, og jeg behøver ikke sige, at ikke blot jeg, men alle her har været særdeles interesseret i Deres betydningsfulde og smukke resultater. . . .«, og til Oseen skrev han, at ». . . Denne afhandling har ganske ændret kvanteteorien nuværende stilling, . . .« Han drog heraf den konsekvens at trække sit eget arbejde tilbage for at revidere det i overensstemmelse med de nye ideer, men som det så ofte gik, måtte det i tidens løb, efterhånden som nye afhandlinger kom til, omarbejdes mere og mere, og først to år senere kom i totalt ændret form 1. del af den store afhandling om »Kvanteteorien for liniespektrene«.

I marts 1916 modtager Bohr besked hjemmefra, at det endelig ser ud til, at professoratet til ham vil blive oprettet. Den officielle bekendtgørelse om oprettelsen af et professorat i teoretisk fysik foreligger i begyndelsen af maj, og medens man året forinden havde fået afslag på en ansøgning til ministeriet herom, hedder det nu i ministeriets indstilling til finansudvalget: ». . . Med Hensyn til den teoretiske Fysik maa fremhæves, at dette Fag efter Fakultetets Forslag til en ændret Indretning af Skoleembedseksamen vil faa en udvidet Betydning, og at der til Ansættelse i Stillingen netop nu haves en særlig egnet Videnskabsmand, nuværende Docent Dr. phil. Niels Bohr, der har vist sig som en fremragende Dygtighed paa den teoretiske Fysiks Omraade. . . .« Alle vanskeligheder var dog ikke overvundne hermed, idet man i første omgang nedlagde det docentur, Bohr hidtil havde haft, således at han også som professor skulle have ». . . Forpligtelse til indtil videre at varetage den Undervisning, der hidtil havde paahvilet ham som Docent i Fysik. . . .« Det lykkedes imidlertid Bohr efter sin hjemkomst at få be-



Niels Bohrs teori for atomernes opbygning hviler på to fundamentale opdagelser: Max Plancks i 1900 af virkningskvantet og Ernest Rutherfords i 1911 af atomkernen. Det øverste billede er taget under Plancks besøg i København i 1930, det nederste under et af Bohrs besøg hos Rutherford i Cambridge. Rutherford og Bohr ses siddende med ryggen til hinanden under en udflugt til kaperoning Cambridge-Oxford

I sommerhuset i Tisvilde brugte Niels Bohr meget af sin fritid til at arbejde på grunden. Her er han – sammen med medarbejdere fra Institutet – i gang med at fælde og save træer



Sammen med en gruppe venner deltog Niels Bohr i en årrække i sejlture med båden »Chita«. På billedet ses fra venstre: Niels Bohr, Niels Bjerrum, Ole Chievitz

vilget vikar til dette arbejde, der i 1918 atter skiltes ud ved genoprettelse af docenturet.

Blandt gratulanterne var naturligvis Bohrs gamle lærer ved universitetet, professor C. Christiansen, der tidligere havde udtalt frygt for, at Bohr ville blive i udlandet, og som nu sendte et lykønskingsbrev, hvori han gav følgende fine lille karakteristik af sin elev: » . . . Jeg kender Dem jo fra de unge Dage; jeg har aldrig truffet noget Menneske der som De gik til Bunds i hver Sag, havde Energi til at føre den igjennem og saa ved Siden deraf var alsidig interesseret for Livet i det Hele . . .«

På dette tidspunkt var Bohrs ry imidlertid også nået til Amerika, og allerede i februar havde han modtaget en invitation fra professor G. N. Lewis til at tilbringe et semester og give en række forelæsninger ved Californiens universitet. Bohr overvejede alvorligt i hvert tilfælde at holde den ønskede forelæsningsrække, men dels stillede krigen sig hindrende i vejen, dels har det været vanskeligt, måske umuligt, for ham at få orlov det første semester efter sin tiltrædelse som professor. Under alle omstændigheder blev rejsen opgivet, og der skulle gå syv år, inden Bohr første gang aflagde besøg i Amerika.

Kort før efterårssemestrets begyndelse skete der noget, der skulle blive af stor betydning for Bohr i de kommende år, idet en 21-årig hollandsk fysiker, Hendrik Anthony Kramers, der havde studeret hos Lorentz og Ehrenfest i Leiden, kom til København. Han fortæller i et brev til Bohr, hvorledes det egentlig var lidt af et tilfælde, at han var kommet til Danmark; han ønskede simpelthen at studere et stykke tid i udlandet, og da Danmark var neutralt, var det nærliggende for ham at tage hertil. I dette brev introducerer han sig til Bohr på lidt ubehjælpsomt engelsk med disse ord: »Til at begynde, lad mig introducere mig selv ved at fortælle, at jeg er en hollandsk student i fysik og matematik. . .«, og han fortsætter: » . . . Naturligvis ville jeg sætte megen pris på at komme i bekendtskab med *Dem* først og fremmest, og også med Deres bror Harald. . .« Efter at have talt med Bohr ytrede han ønske om at blive dennes assistent, og Bohr har fortalt, hvorledes hans bror, som han rådførte sig med i dette som i så mange andre spørgsmål, havde sagt til ham, at hvis den unge hollænder virkelig var så ivrig, kunne han da altid lade ham prøve. Det gjorde Bohr, og det blev en succes over al forventning, idet Kramers kom til at arbejde som Bohrs assistent i de følgende 10 år og først forlod Danmark, da han blev udnævnt til professor i Utrecht i 1926. Han blev den første videnskabelige

assistent, der i 1921 knyttedes til det nyoprettede fysikinstitut, og i sit virke dér var han en uvurderlig inspirationskilde, der fik den største betydning for Institutet og dermed også for fysikken her i landet.

I efteråret 1916 påbegyndte Bohr så sit arbejde som professor, og i de nærmest følgende år holdt han forelæsninger over så forskelligartede emner som mekanik, elasticitetsteori, termodynamik, elektronteori og atomteori, ligesom han afholdt kollokvier, hvor han lod de studerende referere nogle af de mest betydningsfulde afhandlinger fra den nyere tid, samt eksaminatorier, ved hvilke han omhyggeligt førte en notesbog med en – til tider særdeles kritisk – bedømmelse af de studerendes præstationer. Han holdt også en række foredrag om atomteorien i Fysisk Forening, for hvilken han i perioden 1916–19 var formand. I 1917 indvalgte han i Videnskabernes Selskab, hvis mangeårige præsident han senere skulle blive.

Bohrs eget arbejde foregik i et værelse ved siden af biblioteket på Polyteknisk Lærestanstalt, og i et brev til Sophus Weber beklager han sig i 1917 over, at han ikke har ét eneste rum for sig selv til at eksperimentere i. Med den handlekraft, han var i besiddelse af, lod han det imidlertid ikke blive ved dette, men søgte samme år staten om bevilling til oprettelse af et laboratorium. Bl. a. som følge af pengenes devaluering i den følgende tid måtte han i 1919 søge Carlsbergfonden om en yderligere bevilling, hvortil han indhentede støtte i udtalelser af Rutherford og Sommerfeld. Allerede inden udgangen af 1917 havde man imidlertid fra privat side på skolekammeraten Aage Berlèmes initiativ indsamlet et beløb på 80.000 kr. til erhvervelse af en grund på Blegdamsvejen, og snart efter kunne man tage fat på bygningen af »Universitetets Institut for Teoretisk Fysik«, der i højeste mål kom til at opfylde Sommerfelds ord i udtalelsen til Carlsbergfonden: »Måtte, som tidligere i Radiuminstitutet i Wien, for fremtiden forskere fra alle lande træffes til særlige studier i København og i det Bohr'ske institut for atomfysik forfølge fælles kulturidealer.«

Sammen med Kramers, der var særlig fortrolig med den matematiske formulering af den klassiske mekanik, udarbejdede Bohr i disse år den store afhandling »Kvanteteorien for linespektrene«, i hvilken en videreudvikling af korrespondensprincippet på det af Sommerfeld skabte grundlag udgør kernepunktet. Som vi tidligere har omtalt det for de simple cirkulære baner, ligger der i dette princip det fundamentale, rent logiske krav, at efter-

som den nye teori skal være en generalisation af den klassiske, må den »indeholde« den klassiske teoris resultater i den forstand, at de størrelser, man beregner, som f. eks. farven eller styrken af en spektrallinie, må nærme sig til den klassisk beregnede værdi, når systemet nærmer sig mere og mere til den klassiske fysiks gyldighedsområde. For mange mere komplicerede elektronbevægelers vedkommende er det i princippet muligt at foretage en matematisk »opløsning« af bevægelsen i simple »delbevægelser«, og ifølge den klassiske teori vil enhver af disse svare til en bestemt del af det udsendte lys, og denne del af lyset vil være desto mere fremherskende, jo større en rolle den pågældende delbevægelse spiller i den samlede bevægelse. Enhver overgang fra én stationær tilstand til en anden svarer nu til eller korresponderer med en af disse delbevægelser. Når man går til større og større baner, viser det sig da, som det jo måtte være tilfældet, at såvel farven som styrken af den spektrallinie, der efter Bohrs formel udsendes ved en sådan overgang, nærmer sig til de værdier, man efter den klassiske formel beregner for den tilsvarende delbevægelse. Den dybtgående forskel på mekanismen for lysudsendelsen efter den klassiske teori og efter Bohrs teori illustreres måske endnu bedre ved dette eksempel end ved det tidligere betragtede. Medens det nemlig er klart, at alle farverne må udsendes på én gang ifølge den klassiske teori, hvor opløsningen i delbevægelser jo er en rent matematisk proces, er det lige så indlysende, at efter Bohrs teori udsendes kun én bestanddel ad gangen svarende til et bestemt elektronspring. Kun det samlede resultat af *alle* de forekommende elektronspring vil i den korrespondensmæssige grænse nærme sig til den klassiske lysfordeling.

Pointen var nu, at Bohr også kunne slutte tilbage fra den klassiske opløsning af bevægelsen til sandsynligheden for en elektrons overgang for de indre baners vedkommende, hvor man var fjernt fra de klassiske betingelser, og han kunne heraf drage en række betydningsfulde slutninger vedrørende det lys, der ifølge kvanteteorien skulle udsendes. Som et vigtigt eksempel kan vi nævne, at hvis en bestemt delbevægelse ganske manglede i det klassiske udtryk, kunne Bohr slutte, at det tilsvarende elektronspring mellem to baner slet ikke kunne forekomme, og han kunne ved dette helt generelle argument begrunde en række eksperimentelt fundne såkaldte »udvalgsregler«, der netop er udtryk for det forhold, at mange overgange mellem stationære tilstande slet ikke forekommer. Det kan i dag være vanskeligt at forstå, at den dybtgående karakter af dette korrespondensargument i så høj grad er undsluppet samtidens fysikere. Det kommer f. eks. til udtryk i

korrespondancen mellem Sommerfeld og Bohr. I 1920 skriver Sommerfeld således, at han »... må ... bekende, at den for kvanteteorien fremmede oprindelse til Deres princip stadig er mig ubehagelig ...«, og så sent som i 1922 skriver Bohr til Sommerfeld: »... I de senere år har jeg ofte videnskabeligt følt mig meget ensom under indtryk af, at mine bestræbelser for efter bedste evne systematisk at udvikle kvanteteoriens principper er blevet optaget med meget ringe forståelse. Det drejer sig for mig ikke om pædagogiske bagateller, men om et alvorligt forsøg på at opnå en sådan indre sammenhæng, at man kunne håbe at opnå et sikrere grundlag for den videre opbygning. ...« I virkeligheden rummede korrespondensprincippet spiren til den erkendelsesteoretiske belæring, som er indeholdt i komplementaritetsprincippet, hvori et afgørende punkt er, at i hvor høj grad en fysisk teori end unddrager sig vor anskuelse, er det dog principielt nødvendigt at anvende det sprog, vi benytter i den makroskopiske verden, til beskrivelse af dens resultater.

Efterhånden som tiden gik, voksede afhandlingen, og Bohr besluttede sig til sidst for at offentliggøre den i dele. Den udkom i Videnskabernes Selskabs Skrifter, og 1. og 2. del blev publiceret i april og december 1918. På dette tidspunkt var også 3. og 4. del udarbejdet, men disse måtte omarbejdes i de følgende år. Til sidst opgav Bohr en sådan revision og offentliggjorde i 1922 3. del i dens oprindelige form med et tillæg om den senere udvikling. I årene 1916–18 anvendte Kramers teorien til en matematisk behandling af finstrukturen og Stark-effekten for brintspektret. Han udarbejdede en større afhandling herom, der ligeledes udkom i Videnskabernes Selskabs Skrifter, og som han forsvarede for doktorgraden i Leiden i foråret 1919.

Allerede i efteråret 1916 havde Bohr og Kramers udarbejdet en detaljeret teori for heliumatomet, som omtales i mange af Bohrs breve indtil adskillige år senere, men som aldrig blev publiceret. Selv om de en overgang øjensynlig har troet at have løst dette problem, viste det sig imidlertid i sidste ende, at heliumspektret ikke lod sig behandle på grundlag af de tidlige teorier, idet disse f. eks. gav en for lav værdi for ioniseringsenergien, og det blev da også et af de problemer, der stærkest pegede mod nødvendigheden af mere radikale ændringer. Dette var allerede forudset af Bohr i et brev, han sendte Oseen efter sin hjemkomst fra Tyskland i 1914, hvori han under en omtale af vanskelighederne ved at behandle systemer med mere end to partikler fremsætter følgende næsten profetiske bemærkning: »... Jeg er tilbøjelig til at tro, at der i Problemet stikker ganske overordentlig store

Vanskeligheder, der kun kan omgaaes ved at fjerne sig i endnu langt højere Grad fra de sædvanlige Betragtninger end det hidtil har været nødvendigt, og at det foreløbige Held udelukkende skyldes de betragtede Systemers Simpelt. . . .«

Denne overbevisning deltes imidlertid langt fra af alle fysikere. Især Sommerfeld var tilbøjelig til at tage de tidlige teorier mere bogstaveligt, end Bohr anså for berettiget. En i denne henseende karakteristisk bemærkning finder vi i et af Sommerfelds breve til Bohr fra 1918, hvori han efter en omtale af Rubinowicz' mere »anskuelige« måde at udlede nogle af udvalgsreglerne på, fremsætter følgende kommentar: »... Deres metode rækker vel længere, men den ovenfor antydede opfattelse forekommer mig fysisk mere lærerig. . . .« Dog var det netop det af Bohr udtrykte synspunkt, der skulle vise sig frugtbart. Således lykkedes det i 1917 Einstein ved anvendelse af statistiske betragtninger på Bohrs stationære tilstande, men uden benyttelse af specielle forestillinger om elektronbaner, at nå frem til en overraskende simpel udledning af den Planck'ske strålingsformel. Denne fundamentale betragtningsskema kom i forbindelse med korrespondensprincippet til at danne grundlaget for den udvikling, som, ikke mindst gennem den afgørende indsats af Bohrs unge medarbejdere, Kramers og først og fremmest Heisenberg, skulle føre til hovedproblemerne løsning gennem skabelsen af en matematisk konsistent formalisme, den såkaldte kvantemekanik, hvori forestillingen om anskuelige elektronbaner er helt forladt, medens på den anden side alle korrespondensprincippets fordringer er opfyldt.

Hvor svært det i de tidlige år har været på baggrund af de ret primitive atommodellers uomtvistelige succes at frigøre sig fra en ubegrundet optimisme med hensyn til frugtbarheden af baneforestillinger og acceptere nødvendigheden af en konsekvent uanskuelig beskrivelse, alene baseret på korrespondensprincippet, får man et levende indtryk af gennem et brev, Bohr sendte til Oseen i januar 1926, ganske kort efter den nye teoris fremkomst. Lad os derfor slutte den skitse, vi her har forsøgt at give, med gennem et citat fra dette brev at lade Bohr selv kaste et blik tilbage på den udvikling, der gik forud: »... Frem kommer vi vel efterhaanden, men i ethvert Resultat lurer Fristelserne til at komme paa Afveje. I Atomteorien gælder det i en saadan Grad, at man paa Kvanteteoriens nuværende Udviklingstrin næppe kan sige, om det var et Held eller et Uheld, at Keplerbevægelsens Egenskaber kunde bringes i saa simpel Forbindelse med Brintspektret, som man engang troede muligt. Havde Forbindelsen blot indskrænket sig til den

asymptotiske Art, som man efter Korrespondensprincippet kunde forlange, havde man ikke været fristet til en saa grov Anvendelse af Mekanikken, som man en Tid lang troede mulig. Paa den anden Side var det imidlertid netop disse mekaniske Betragtninger, der skulde hjælpe til Opbygningen af den Analyse af de optiske Fænomener, der gradvis ledte over i Kvantemekanikken. . . .«

Glimt af Niels Bohr som forsker og tænker

Af Oskar Klein

Som den nulevende, der tidligst kom ind i kredsen af unge teoretiske fysikere fra forskellige lande, der samledes omkring Niels Bohr, skal jeg i dette bidrag til mindebogen indlede de glimt, jeg kan give af hans arbejde og arbejdsområde, sådan som jeg selv oplevede det i de år, jeg havde den lykke at tilhøre kredsen af hans elever og medarbejdere, med nogle træk fra hans tidligere udvikling, som jeg dels skylder ham selv, dels nogle af dem, der stod ham nærmest. Derved må jeg, sådan som han selv jævnlig gjorde, afvekslende gå fra filosofi til fysik og fra fysik til filosofi.

Niels Bohr selv og hans bror Harald fortalte gerne eksempler på den tro skyldigt håndfaste måde, hvormed han som barn tog på alt, han så og hørte, og på hans tidligt udviklede geometriske intuition, som viste sig i hans forbløffende sikre bedømmelse af rumfang, et træk som særlig morede hans far, den fremragende fysiolog og originale tænker. Det førstnævnte træk viste sig f. eks. i hans bogstavelige tro på det, han lærte i skolens religionstimer, som længe gjorde den dybt følende dreng højst ulykkelig over forældrenes mangel på tro. Da han senere som yngling begyndte at tvivle, skete også dette med usædvanlig styrke og det udviklede hos ham en dyb filosofisk trang i slægt med den, der synes at have virket hos de tidlige græske naturfilosoffer. Medens Harald Høffdings objektivitet og frigjorte søgen efter harmoni i tilværelsen synes at have haft betydning for hans udvikling, havde han ellers kun lidt tilfælles med de på hans tid rådende filosofiske retninger. Man kan vel sige, at hans oprindelige troskyldighed og evne til dyb tvivlen indgik i hans filosofi som komplementære træk – for at benytte hans senere yndlingsudtryk.

Med sin fine og stærke logiske sans lagde Bohr allerede som ung student og senere som forsker den største vægt på den logiske stringens uden at han derfor skænkede den formelle logik nogen større interesse – selv om den slags betragtninger til tider morede ham. Jeg husker således, hvordan han en gang ville forklare Russells »logical calculus« for os unge ved at bevise, at når vi befandt os i værelset og værelset i huset, så befandt vi os

også i huset. Jeg tror ikke det lykkedes ham, i hvert fald voldte det ham stort besvær.

Langt dybere engageret var han imidlertid i etikkens gamle grundproblem, det om viljens frihed og bundethed, ligesom senere i problemet om forholdet mellem biologi og fysik. Bagved hans grebthed af disse problemer lå mere end videnskabelig nysgerrighed, nemlig trangen til harmoni i tilværelsen uden opgivelse af hverken logikkens eller erfaringens krav. Medens de fleste mennesker vel snarest lægger mærke til forskelle mellem lignende ting, var det naturligt for ham at se det, der er fælles i det åbenlyst forskellige.

Men netop beskæftigelsen med viljesproblemet bidrog til, at han med sin levende følelse for sandhed stadig var på vagt over for letkøbte almindeliggørelser og klar over, at tilværelsen ifølge sagens natur rummer irrationelle træk. Denne hans indstilling havde intet tilfælles med den mysticisme, der fylder hullerne i vore forsøg på en rationel livsanskuelse med bogstavelige mytologiske – altså kvasirationelle – forestillinger, men kan vel betegnes med ordet religiøs, når dette ord tages i sin egentlige betydning. Samtidig hørte der til denne hans indstilling en karakteristisk blanding af humor og poetisk sans.

Enhver, der har fulgt Niels Bohrs videnskabelige gerning, vil se, hvor nøje denne hans grundindstilling svarede til de problemer, han der blev stillet overfor. At han havde den indstilling, længe før den fandt udtryk i hans fysiske forskning, var velkendt af hans ungdomsvenner. Det morede ham, når en af disse, som han i slutningen af tyverne fortalte om sit arbejde med komplementaritetssynspunktet, bemærkede, at dette var jo ikke andet, end hvad Bohr altid havde ment, en påstand som han selv naturligvis betragtede som en stor overdrivelse. Men at den indeholdt ikke så lidt sandhed, kunne vi hans tidligste elever bevidne.

Da jeg i maj 1918 første gang kom til Bohr, var det selvfølgelig med den hensigt at lære fysik. Selv var han, under aktiv medvirken af sin unge hollandske assistent Hans Kramers, som var kommet til ham i efteråret 1916, ivrigt beskæftiget med udarbejdelsen af det program, han havde udviklet i sit første atomteoretiske arbejde fra 1913, og den første del af den store afhandling i Videnskabernes Selskabs Skrifter over teorien for spektrallinjerne var netop udkommet. Men dette hindrede ham ikke i, under samtaler såvel i sit værelse i den Polytekniske Lærestalt ved Sølvtorvet, som i sit hjem i Hellerup, hvor han og fru Bohr med stor gæstfrihed modtog os unge,

og ikke mindst på spadsereture, på sin begejstrede måde at tale om mange forskellige ting, der optog ham. Især mindes jeg en længere spadseretur i Nordsjælland, sommeren 1918, hvor han blandt meget andet kom ind på den tanke, hans far havde haft, at, når det gælder beskrivelsen af levende væsners opførsel, udgør formålstjenligheden et med kausaliteten ligeberettiget synspunkt. Denne tanke kom senere til at spille en væsentlig rolle ved Bohrs bestræbelser for at belyse forholdet mellem biologiens og fysikkens naturbeskrivelse.

Noget lignende kan siges om hans betragtninger over viljesproblemet, som han også talte om i denne forbindelse. Han fremhævede derved på det stærkeste faren for en ubevidst skiften fra een betydning til en anden af sådanne ord som vilje og hensigt, når man ikke holder sig klart for øje, at tænkningen over tænkningen udgør så at sige et singulært punkt i bevidstheden.

En senere udvikling af sådanne betragtninger – som han vistnok kun betragtede som tankekim – blev selve grundlaget for hans erkendelsesteoretiske indstilling, således som han mange år senere beskrev den i festskriftet til Plancks 50-års doktorjubilæum.

Bohrs videnskabelige arbejde i disse år drejede sig hovedsagelig om det, han nogle år senere kaldte korrespondensprincippet, det grundsynspunkt ud fra hvilket det lykkedes ham at bringe orden i det problemkompleks, der opstod gennem Plancks opdagelse af virkningskvantet og Rutherford's opdagelse af atomkernen. Den første og netop da udkomne del af den nævnte afhandling samt dens næsten færdige anden del indeholder den afklarede og med mange nye eksempler stærkt udvidede fremstilling af den idékreds, der allerede i hans første atomteoretiske afhandlinger havde ført til så afgørende resultater vedrørende sammenhængen mellem de af Rydberg ad empirisk vej opdagede spektrallove og den kvanteteoretiske behandling af kerneatommodellen. Men i samtaler opholdt han sig gerne ved de uløste problemer, om hvilke hans tanker stadig kredsede, og da især om det, der endnu udgjorde kvanteparadokset: hvordan den klassiske mekaniks og elektromagnetismes naturbeskrivelse, der svarer til den gamle regel »naturen gør ingen spring«, kan forliges med den diskontinuerlige måde, hvorpå energi omsættes mellem atomerne og det elektromagnetiske strålingsfelt. I det nævnte arbejde var Bohr vel kommet et langt stykke på vej ved hjælp af korrespondenssynspunktet; han havde nemlig fastslået at der – til trods for den afgrund, hvis dybde han stadig fremhævede, der skiller den kvanteteoretiske beskrivelsesmåde fra den klassiske fysiks – består en i enkeltheder

gående korrespondens mellem disse beskrivelsesmåder, således at deres resultater falder sammen i den grænse, hvor Plancks virkningskvant er meget lille i forhold til de virkninger det gælder om at beskrive. Han havde her bygget videre på et arbejde af Einstein, hvori denne, i nærmeste tilknytning til Bohrs atomteoretiske ideer, havde opstillet sandsynlighedslove for overgangene mellem de stationære tilstande og derved havde givet en simpel udledning af Plancks strålingsformel – selve oprindelsen til kvanteteorien. Dette er et eksempel på den vekselvirkning, der fandt sted mellem Bohrs og Einsteins ideer helt fra begyndelsen af Bohrs arbejde. Jeg husker også levende Bohrs store beundring for Einstein, som i lige høj grad gjaldt dennes bidrag til den statistiske molekylteori, til kvanteteorien og til relativitetsteorien.

Imidlertid kunne Bohr ikke rigtig forlige sig med Einsteins lyskvanteforestilling, som denne yderligere havde uddybet i det lige nævnte arbejde. Bohrs betænkeligheder stammede fra hans nøje indlevelse i bølgeteorien for lyset, og han fremhævede, hver gang disse ting var på tale, den fantastiske nøjagtighed og fuldstændighed, hvormed denne teori gør rede for de mangfoldige erfaringer vedrørende lysets forplantning. Navnlig understregede han at selve definitionen af det svingningstal, der bestemmer et lyskvants energi, hviler på bølgeteorien. Einstein derimod mente, at en rigtig teori for lyset på en eller anden måde måtte forene bølge- og partikelmæssige træk, således at lysenergien var koncentreret inden for små områder; og han efterlyste eksperimenter, hvorved afvigelser fra superpositionsprincippet kunne eftervises. Hvor dyb en revision af vore tilvante forestillinger Bohr allerede den gang var forberedt på, viste sig i hans bemærkning, at man måske endog ville blive nødt til at opgive energisætningens strenge gyldighed. Men også denne tanke, som han adskillige år senere vendte tilbage til, måtte han, allerede før den blev modbevist gennem direkte eksperimenter, betragte som et altfor letkøbt forsøg på overvindelse af kvanteparadokset. Medens også Einsteins altfor håndgribelige opfattelse af lyskvanterne modbevistes af forsøg, kom disse alligevel til deres ret i Bohrs senere afklarede syn på forholdet mellem den kvanteteoretiske og den klassisk-fysiske naturbeskrivelse. Men foreløbig var tiden ikke moden til dette synspunkt, som blev frugten af mange års arbejde af Bohr selv og en række andre forskere.

Dette, at der var kommet flere ind i det arbejdsfelt, som Bohr havde åbnet ved sine første atomteoretiske arbejder, gav ham på een gang ny inspiration og en stadig tungere arbejdsbyrde, da han ikke kunne lade være med at bringe alt, hvad der kom af specielle – såvel eksperimentelle som teoretiske –

fremskridt, der kunne kaste lys over atomproblemerne, ind under sine egne synspunkter. Dette kom i høj grad til at præge arbejdet på den nævnte afhandling, hvis første version allerede forelå som trykfærdig korrektur over to år tidligere, men som Bohr imidlertid havde trukket tilbage, da han lærte et nyt arbejde af den fremragende tyske teoretiske fysiker Sommerfeld at kende. I betragtning af Bohrs arbejdsmåde var det også lidt af et under, at de store afhandlinger med deres overvældende rigdom af nøje gennemtænkte synspunkter og i alle enkeltheder gennemførte eksempler blev færdige på omtrent to år. Uden Kramers' hengivne og virksomme hjælp ville dette næppe være lykkedes.

I de nævnte arbejder spiller statistisk-termodynamiske betragtninger en betydningsfuld rolle, men også i forbindelse med de problemer, jeg selv beskæftigede mig med, og som Bohr på sin elskværdige og hjælpsomme måde interesserede sig for, fik jeg lært adskilligt gennem Bohrs dybe forståelse af dette emne. Jeg var den gang betaget af Gibbs' kanoniske fordeling, der på så direkte måde fører til den formelle løsning af alle slags temperaturlige-vægtsproblemer. Men først Bohr fik mig til at forstå, at denne fordeling også rent principielt med hensyn til selve definitionen af temperaturbegrebet udgør en udvidelse af Boltzmanns ideer. Dette ville, som Bohr gjorde opmærksom på, kunne læses ud af Gibbs' bog. Men, som han, når denne bog var på tale, udtrykte sagen: når en mand behersker et emne til fuldkommenhed, skriver han sådan, at næppe nogen kan forstå ham. Noget af det samme gælder også Bohrs egne arbejder, som må læses med uhyre omhu for at kunne forstås. Dette var så meget mere overraskende for os, hans unge elever, som så tit var vidner til hans forbavsende evne til mundtligt at klargøre både egne og andres ideer. I det hele taget var der en stor modsætning, eller skal vi sige komplementaritet, mellem den måde, han udtrykte sig offentligt såvel i skrift som i tale, og privat over for få tilhørere. Medens han i det første tilfælde anvendte den største omhu med hensyn til sagens nøjagtigst nuancerede formulering – hvad der netop krævede en tilsvarende nøjagtighed hos læseren – og også for ikke at såre, når han kritiserede, udtrykte han sig i det sidste tilfælde gerne drastisk malende med stærke udtryk både for beundring og kritik.

Sommeren 1918 var det hovedsagelig gennem Kramers, at jeg lærte en del om Bohrs karakteristiske arbejdsmåde. Samtidig med at Kramers med stor flid arbejdede på sin doktorafhandling – en smuk og indgående anvendelse af korrespondensprincippet på spektrallinjernes intensiteter – tog han

sig nemlig tid til at fortælle mig meget både om Bohrs og sit eget arbejde. Men den næste sommer fik jeg lejlighed til ved selvsyn at lære Bohrs arbejdsmåde at kende, idet jeg da måtte erstatte Kramers, som efter sin disputats i Leiden i foråret 1919 blev hos sin familie i Holland først for at holde ferie, men senere på grund af sygdom.

Ved disputatsen var Bohr til stede, og her mødte han Lorentz og lærte Ehrenfest at kende, hvilket blev begyndelsen til et venskab, der varede til Ehrenfests død. Bohr holdt også et sammenfattende foredrag i Leiden over resultaterne af de sidste års arbejde. Det var dette foredrag, der blev holdt på engelsk, han denne sommer agtede at udarbejde med trykning for øje, hvilket som altid hos Bohr betød en omarbejdelse fra grunden af.

Arbejdet foregik i et lejet værelse ikke langt fra det sommerhus, som Bohr med familie lejede denne og nogle følgende somre, indtil de flyttede ind i eget hus ved Tisvilde Hegn. Med papirblok og blyant foran mig blev jeg placeret ved et bord, omkring hvilket Bohr blev ved at vandre, skiftevis dikterende på engelsk og forklarende på dansk, medens jeg prøvede på at få den engelske tekst sat på papiret. Sommetider blev der lange afbrydelser enten for nøjere at gennemtænke det, der skulle følge, eller fordi Bohr var kommet til at tænke på et eller andet uden for emnet, som han så måtte fortælle om. En gang udarbejdede han således i forbindelse med en fra Helge Holst stammende kritik af Einsteins almene relativitetsteori en detaljeret diskussion af det såkaldte ur-paradoks, sådan som det ville optræde ved en retlinet rejse ud i verdensrummet og tilbage. Arbejdet blev også tit afbrudt af små løbeture og om eftermiddagen af badecykleture med familien.

Indholdet af diktaterne drejede sig om en sammenfattende fremstilling af kvanteteorien for atomerne og molekylerne, en videreførelse af de forsøg, han havde fremlagt i den første række afhandlinger i *Philosophical Magazine* i årene 1913–15. Medens dette i høj grad var lykkedes ham med hensyn til det simpleste atomsystem bestående af en kerne og en enkelt elektron – resultatet var jo den store afhandling i Videnskabernes Selskabs Skrifter (del 1 og 2) – blev det efterhånden klart, at hans oprindelige elektronringmodeller for atomer og molekyler med mere end én elektron ikke frembyder et rigtigt grundlag for en anvendelse af korrespondensbetragtninger. For de mere komplicerede spektres vedkommende var der også multipletstrukturen og den mærkelige anomale Zeeman-effekt, der først fik deres forklaring adskillige år senere gennem opdagelsen af elektronens spin. Men samtidig hermed forblev Bohrs almene tyding af de af Rydberg opdagede

spektrallove det faste grundlag. Specielt var den almene tydning blevet yderligere uddybet ved hans korrespondensbehandling af partikelbevægelsen i et centralkraftfelt, som det, hvormed resten af atomet med god tilnærmelse måtte forventes at påvirke den yderste elektron, hvorfra – ifølge Bohrs tydning af de Rydbergske love – de almindelige seriespektre hidrører. Disse resultater, der skulle indgå i den tredje del af den store afhandling, var endnu ikke publiceret, men blev omtalt i Leidenforedraget og skulle sammen med andre endnu ikke færdige ting omtales i det planlagte skrift.

Blandt de sidstnævnte var en sammen med Kramers påbegyndt undersøgelse af helium-atomet med dets to elektroner. Denne undersøgelse, hvori der blev lagt så meget arbejde, hørte imidlertid i lighed med de tidligere elektronringmodeller til de forsøg, for hvilke tiden endnu ikke var moden. Ikke mindst gjaldt dette forklaringen af den mærkelige forekomst af to helt adskilte heliumspektre, der fik mange forskere til at antage, at helium udgør en blanding af to grundstoffer, parhelium og orthohelium. At dette er udelukket ifølge den tydning af atomnummeret, som han var kommet til allerede i 1912, indså Bohr imidlertid. Alle disse uløste problemer bidrog utvivlsomt til, at det trak ud med at få det planlagte arbejde færdigskrevet, skønt Bohr stadig havde en fylde af smukke upublicerede resultater, der bestyrkede hans grundlæggende syn på atomproblemerne. Til disse hørte tydningen af Wood og Strutts undersøgelser over resonansstrålingen og Franck og Hertz' forsøg med elektronstød, der på slående måde havde bekræftet, at hver enkelt linje i et seriespektrum er knyttet til sin særlige overgangsprocess. Leidenforedraget blev imidlertid aldrig publiceret, men dets indhold kom til at indgå i en senere afhandling på tysk i tilknytning til et foredrag i Berlin næste forår.

I de følgende år opholdt jeg mig med mellemrum i København, hvor Kramers stadig var Bohrs nærmeste medarbejder. Samtidig voksede både den mere permanente og den tilfældige kreds omkring ham. Sommeren 1919 kom Hevesy, hans gamle ven fra Manchestertiden, til Danmark, hvor han snart skulle finde et blivende sted, og hvor han kom til at fuldføre en række betydningsfulde undersøgelser, som Bohr fulgte med stor interesse. I efteråret samme år havde Siegbahn, der sammen med en gruppe unge medarbejdere var begyndt på sine vigtige undersøgelser af grundstoffernes røntgenspektre, arrangeret en lille konference i Lund, hvor Bohr og Sommerfeld holdt foredrag. Mod dem, der siger, at Bohr var en dårlig foredragsholder – hvad han også tit var på grund af en altfor stor ophobning af stof og utydelig artikulation forårsaget af en faseforskydning mellem tanke og tale –

plejer jeg at anføre dette hans foredrag, hvor indhold, form og fremførelse dannede en betagende enhed, som jeg næppe ellers har oplevet. Senere samme efterår kom Sommerfeld til København, hvilket førte til fornyet tankeudveksling og, trods meningsforskelle om atomspørgsmålene og stor aldersforskel, til et meget venskabeligt forhold mellem ham og Bohr.

Omkring nytår 1920 tog Bohr sammen med mig og nogle af mine svenske venner på skitur til Dalarne, hvor han imponerede alle ved sin udholdenhed og sine praktiske færdigheder. Det gav anledning til følgende lidt pudsigt formulerede kompliment fra en i selskabet: »Det enda kriteriet på att professorn är professor är att professorn jämnt glömmet sina vantar«. Om aftenen i den lille hytte, hvor vi boede, fortalte han os meget om sine almene synspunkter, bl. a. om hvorfor han stillede sig så stærkt afvisende til enhver art af såkaldte parapsykologiske fænomener, og fremhævede her den trådløse telegrafi (som radioen den gang kaldtes) som netop et af de stærkeste modargumenter imod telepatien.

Ved Berlin-besøget i foråret 1920 traf Bohr for første gang Einstein og Planck samt adskillige andre af de tyske fysikere, deriblandt Franck, med hvem han sluttede et varmt venskab. Franck blev også en af de første videnskabelige gæster i det nye institut på Blegdamsvej i vinteren 1921.

Henimod slutningen af sommeren 1920 fik kredsen omkring Bohr et mere permanent tilskud gennem Rosselands ankomst. Hans lidt kantede, men i grunden yderst menneskevenlige personlighed og store videnskabelige evner – begge dele skattedes højt af Bohr – førte til et hyggeligt samvær og frugtbart samarbejde. Han kom jo senere til at høre til pionererne for indførelsen af de nye atomteoretiske synspunkter i astrofysikken. En stor oplevelse for os alle samme efterår var et besøg af Rutherford, om hvem Bohr havde fortalt så meget; han forelæste om sine mærkelige nye atomkerneforsøg (de første kunstige kerneomdannelser, foretaget i 1919).

På denne tid var Bohrs arbejde med den korrespondensmæssige tydning af spektrene og den dermed sammenhængende klarlæggelse af atomernes elektronstruktur for alvor kommet i gang. Det gik her, som det så ofte var gået med Bohrs arbejde, at han fandt en vej til at komme uden om de uløste problemer, der tilsyneladende stod i vejen for den videre fremtrængen, ved at kombinere almene teoretiske synspunkter og velvalgte empiriske kendsgerninger, og herigennem opnå sikre resultater af grundlæggende betydning. Tit blev han også inspireret af andre forskeres ufuldkomne forsøg.

Medens heliumproblemet foreløbig havde standset ham, fik han nu hjælp

af det følgende grundstof lithiums seriespektrum. Skønt man endnu ikke besad den nærmere forståelse af helium-spektret, var det på grund af den høje ionisationsenergi givet at begge elektroner i heliums grundtilstand befinder sig i en tilstand svarende til brintatomets grundtilstand (1-kvantetilstanden). Det lå derfor nær at antage, at det samme måtte gælde for den tredje elektrons binding i lithiumatomets grundtilstand, hvilket imidlertid slet ikke passede til dette grundstofs lave ionisationsenergi, der jo netop betinger lithiums metalegenskaber. Den antagelse, at elektronen her standser i den næstlaveste tilstand (2-kvantetilstanden) viste sig umiddelbart at passe til lithiumspektret. Ved at studere elektronbindingen ved hjælp af spektrene hos de efter lithium følgende grundstoffer kunne Bohr nu vise, at det til og med neon stadig drejer sig om 2-kvantetilstande for de tilføjede elektrons vedkommende, således at 8 af dette grundstofs 10 elektroner i grundtilstanden må antages at befinde sig i 2-kvantetilstande og 2 i 1-kvantetilstande. Ligesom 2-kvantetilstandene begynder efter helium, den første inaktive luftart, viste det sig endvidere, at den første 3-kvanteelektron optræder i natrium, der er et alkalimetal, ligesom lithium, og som er det grundstof, der følger på neon, den anden inaktive luftart. Her havde man nu begyndelsen til forståelsen af den ejendommelige periodiske forandring i grundstoffernes egenskaber, når de ordnes efter stigende atomnummer, d. v. s. kerneladning. Den grupperdannelse af elektronerne i atomet, som fulgte af dette Bohrs arbejde – første gruppe: to 1-kvanteelektroner, anden gruppe: 8 2-kvanteelektroner o. s. v. – blev også begyndelsen til opdagelsen af en grundlæggende naturlov, det senere af Pauli formulerede udelukkelsesprincip, der skulle blive en af grundpillerne for elementarpartikelfysikken.

Den nærmere udformning af Bohrs ideer vedrørende elektronbindingen, hvorved også røntgenspektrene spillede en væsentlig rolle, førte til en morsom opdagelse af et nyt grundstof, som udgjorde en god illustration til den sikkerhed, Bohr følte, når han havde gennemtænkt en ting tilbunds, men også til hans villighed til at ændre mening, når kendsgerningerne krævede det. Da han var kommet så langt i sine betragtninger som til tydningen af de sjældne jordarter, mente han af gode grunde at det næste element, nr. 72, som endnu ikke var opdaget, ville tilhøre samme gruppe som zirkonium med lignende kemiske egenskaber som dette grundstof. Imidlertid var de franske forskere Dauvillier og Urbain omtrent ved denne tid kommet til det resultat, at grundstof nr. 72 måtte være en sjælden jordart, som de kaldte celtium. De støttede sig her på en røntgenspektrografisk analyse af et præparat inde-

holdende en blanding af sjældne jordarter, og Rutherford havde i en artikel i Nature nævnt denne tilsyneladende opdagelse af et nyt grundstof. Da Bohr fik dette at vide, var han i første øjeblik tilbøjelig til at tage det som en kendsgerning, således at hans grunde for antagelsen at de sjældne jordarters gruppe endte med element nr. 71 måtte være utilstrækkelige. Men efter påny at have gennemtænkt sagen blev han mere og mere overbevist om, at der enten måtte være en fundamental mangel i hele hans betragtningssmåde, eller at franskmændenes påstand var forkert. Han foreslog derfor i efteråret 1922 Coster, der lige var kommet til København, og Hevesy at undersøge, om det ikke ved røntgenspektrografisk analyse af zirkonholdige mineraler skulle være muligt at påvise tilstedeværelsen af et grundstof med atomnummer 72. Dette lykkedes virkelig for dem over forventning, og snart kunne de fremstille det nye grundstof, som de kaldte hafnium, i så betydelige mængder, at dets atomvægt kunne bestemmes.

Lidt før denne tid, nemlig i juni 1922, holdt Bohr en forelæsningsrække i Göttingen over sine synspunkter og resultater. Til disse forelæsninger, som tyskerne senere kaldte »Bohrfestspiele«, samledes en stor del af fysikere, der arbejdede med atomproblemerne. Göttingen, som længe havde været et af matematikkens og fysikkens hovedcentre, havde ved denne tid en lysende skare af forskere på disse områder. Af matematikerne virkede endnu Felix Klein, Hilbert, Landau og Runge, til hvilke Bohr gennem sin bror Harald havde venskabelige forbindelser, ligesom til den med ham omtrent jævnaldrende Courant. Blandt fysikerne i Göttingen var både Franck og Born og den unge Pauli, hvis fremragende artikel over relativitetsteorien i Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften fornylig var udkommet, var nu Borns assistent, medens Hund lige var blevet Francks assistent. Begge skulle – ligesom den unge Heisenberg, der var kommet fra München sammen med sin og Paulis lærer Sommerfeld – snart komme til at tilhøre Bohrs kreds i København. Ehrenfest, som et halvt år tidligere havde gjort et mindeværdigt besøg dér, var kommet fra Leiden. At nævne alle de fremragende ældre og yngre fysikere, der var til stede ved Bohrs forelæsninger, til hvilke jeg var fulgt med som hans assistent, må jeg afstå fra; det ville næsten blive et homerisk skibskatalog. På dette tidspunkt var Bohr, som tidligere havde mødt adskillig kritik og mangel på forståelse, blevet den, alle med ærbødighed lyttede til, således at diskussionerne i tilknytning til forelæsningerne mere drejede sig om, hvorvidt Bohr havde ment sådan eller sådan, end om selve sagen.



Billede fra 1920erne



Niels Bohr prøver en motorcykel tilhørende en af de unge medarbejdere

Allerede i efteråret kom Pauli til København, hvorved også uærbødigheden kom til sin ret understøttet af Bohrs egen selvkritik og humoristiske sans. I december samme år modtog han nobelprisen i Stockholm. Ved den obligatoriske forelæsning, til hvilken han som emne havde valgt atomernes bygning, skete der det uheld, at han glemte sine papirer på hotellet, således at han måtte begynde uden disse, medens de blev hentet. Dette var imidlertid snarest en fordel, da det tvang ham til at improvisere, således som han gjorde det i private samtaler.

Medens jeg i de år, der hidtil har været tale om, tilbragte en stor del af tiden i København, var jeg fra efteråret 1922 til det tidlige forår 1926 næsten helt fraværende, idet jeg opholdt mig i Sverige og Amerika. Derimod var jeg de følgende fem år permanent i København. Dog fulgte jeg gennem korte besøg og breve i store træk, hvad der skete i mellemtiden, ikke mindst gennem Kramers, som nu i egenskab af universitetslektor var endnu fastere knyttet til instituttet på Blegdamsvej. Medens Pauli, som før omtalt, kom til København i efteråret 1922 på et langt ophold, begyndte Heisenbergs mere permanente københavner-tid et år senere. Foruden en fortsat forfinelse af Bohrs korrespondensbetragtninger kom der nu en stadigt ivrigere diskussion i gang om de vanskelige punkter i teorien. Først og fremmest drejede det sig herved om umuligheden af inden for den hidtidige ramme at finde plads til den anomale Zeemaneffekt og spektralliniernes multipletstruktur. Men også på andre måder viste denne ramme sig at være utilstrækkelig, ja modsigelsesfuld. Det gjaldt f. eks. Bohrs antagelse af, at de stationære tilstande skulle kunne beskrives mekanisk, skønt dette ikke lod sig gøre for overgangene. Denne antagelse havde han ingenlunde betragtet som selvfølgelig, men den havde hidtil væsentlig bidraget til udviklingen af hans atomteoretiske program. Samtidig blev diskussionen af kvanteparadokset, som det viste sig ved spørgsmålet om strålingen, efterhånden mere tilspidset.

Medens Bohr utvivlsomt i tiårsperioden 1913–23 trods vigtige bidrag også af andre forskere havde været den ledende forsker med hensyn til hele det problemkompleks, den nye på kvanteteorien byggede atomteori omfattede, nærmede sig nu den tid, da hovedfremskridtene skulle komme fra en yngre generations forskere, men imidlertid med Bohr som den stadige idégiver og mere som den, der filosofisk sammenfattede den opnåede viden. I nær tilknytning til tidligere tanker af Bohr lykkedes det således Kramers i 1924 at formulere en kvanteteori for lysets spredning ved vekselvirkning med atomare systemer, som, samtidig med at den udgjorde en meget smuk

anvendelse af korrespondenssynspunktet, pegede fremad i retning mod en streng kvantemekanik. Dette arbejde blev til i sammenhæng med Bohrs før omtalte forsøg på at løse kvanteparadokset ved opgivelse af energisætnin- gens strenge gyldighed, men beholdt sin værdi efter at dette forsøg havde vist sig at være forfejlet.

Omtrent på samme tid kom Pauli i tilknytning til det af adskillige for- skere foretagne studium af spektrenes multipletstruktur og den anomale Zeemaneffekt til et andet betydningsfuldt resultat, nemlig at elektronen ud- over de tre sædvanlige kinematiske frihedsgrader må besidde en fjerde fri- hedsgrad svarende til et kvantetal, som imidlertid kun kan antage to talværdier. Dette blev udgangspunktet for hans udelukkelsesprincip, der gav den endelige afklaring af Bohrs grundlæggende betragtninger over atomernes elektrongrupper. Den fjerde frihedsgrad skulle snart få en interessant tyd- ning ved den af Goudsmit og Uhlenbeck – og lidt tidligere af Kronig, som imidlertid ikke publicerede sine betragtninger – opstillede hypotese om elek- tronens spin, der i store træk førte til en kvantitativ forståelse af den ano- male Zeemaneffekt og multipletstrukturen.

Heisenberg, som havde været i København det meste af tiden fra efter- året 1923, fik under et ferieophold på Helgoland i sommeren 1925 en idé til i videreførelse af korrespondenssynspunktet at give de grundlæggende kvanteteoretiske love en streng formulering, der skulle få den allerstørste be- tydning for den følgende udvikling af kvanteteorien og dens anvendelse. I tilknytning til Kramers' teori for lysets spredning, til hvis videre udvikling han under sit københavnsophold selv havde bidraget, fandt han en sindrig måde at omskrive mekanikken i kvanteteoretisk retning ved at udgå fra netop de størrelser, der beskriver overgangene mellem de stationære tilstande såvel som lysets spredning fra atomet. Midlet hertil var en regel han opstil- lede for sådanne størrelses sammensætning, hvis direkte udgangspunkt var den fundamentale relation, hvorved frekvenserne hos det emitterede lys be- stemmes af de pågældende atomtilstandes energiforskel.

Denne Heisenbergs idé udvikledes snart til en i formel henseende fuld- stændig kvantemekanik af Born og Jordan samt Heisenberg selv og omtrent samtidig af Dirac, som fik impulsen til sit arbejde gennem et besøg af Heisen- berg i Cambridge. Et smukt bidrag blev givet allerede i efteråret 1925 af Pauli, der nu var i Hamborg, og som gennem en algebraisk metode løste brint- atomets problem i den nye kvantemekanik i fuld overensstemmelse med de tid- ligere resultater såvel for det frie atom som i nærværelse af forstyrrende elek-

triske og magnetiske felter, men således at de tidligere vanskeligheder nu faldt væk. Som Pauli bemærkede, manglede der imidlertid i den Heisenbergske kvantemekanik en side af den mekaniske beskrivelse, der har med forfølgelsen af en partikels bevægelse i tid og rum at gøre. Endvidere opfyldte teorien endnu ikke relativitetsteoriens krav. I begge henseender skulle der snart komme væsentlige fremskridt.

At Heisenbergs arbejde og dets fortsættelse, der svarede så nøje til, hvad Bohr stræbte efter med sine korrespondensbetragtninger, men dengang endnu havde betragtet som et fjernt mål, måtte gøre det dybeste indtryk på ham og hele københavnerkredsen, kan man let forestille sig. Jeg erindrer endnu, hvor forundret jeg selv blev, da Kramers i efteråret 1925 sendte mig et postkort, hvori han skrev, at der nu var kommet en ny formulering af kvanteteorien uden eksplicite kvantebetingelser, men i stedet for disse en mystisk algebraisk relation mellem ikke-kommuterende størrelser.

Først i det følgende semester – fra marts 1926 – skulle jeg selv opleve det røre, der var opstået gennem de nye fremskridt, som nu yderligere forøgedes gennem Schrödingers bølgemekaniske arbejder, der byggede på en tidligere idé af de Broglie. Samme forår kom Heisenberg og Pauli igen til København, hvad der gav anledning til ivrige diskussioner om den dybere mening af de nye teoretiske synspunkter, og især om forholdet mellem Schrödingers bølgeligning og den Heisenbergske algebraiske kvantemekanik. Pauli viste os straks efter sin ankomst en mærkelig matematisk sammenhæng mellem de to formalismer, hvormed mystikken omkring den kendsgerning, at de i de hidtil behandlede tilfælde havde givet overensstemmende resultater, blev fjernet. I en kort tid derefter udgivet afhandling af Schrödinger viste det sig, at også han havde fundet denne sammenhæng. I løbet af sommeren kom der yderligere vigtige bidrag til teorien, blandt hvilke Borns behandling af stødproblemerne skal nævnes. Heri understregedes påny kvanteteorien statistiske karakter i forbindelse med bølgefunktionerne, som Schrödinger selv havde opfattet som feltstørrelser i klassisk-fysisk forstand.

Ved denne tid mistede Bohr og Instituttet den uvurderlige medarbejder Kramers, der nu vendte hjem til Holland som professor i Utrecht efter et næsten tiårigt ophold i Danmark. Hans efterfølger som lektor blev Heisenberg, der i lighed med sin forgænger forelæste på dansk, som han allerede talte ubesværet. Dette er to særlig gode eksempler på Bohrs virke for det danske sprogs udbredelse.

I efterårssemestret fortsatte diskussionerne med flere og flere deltagere.

Dirac var nu kommet til København, og selv om han ikke deltog meget i disse drøftelser, fik han indirekte stor betydning ved sine fremragende arbejder, der stedse tydeligere viste, at kvantemekanikken er én eneste sammenhængende teori. En lignende almindeliggørelse som Diracs var omtrent samtidig udviklet af Jordan i Göttingen, der senere også kom til København. Diskussionerne nåede et højdepunkt, da Schrödinger kom på et kort besøg og fortalte om sine forsøg på at udvikle sin fremstilling af kvantemekanikken til en bogstavelig bølgeteori, svarende til den, der i begyndelsen af det 19. århundrede havde erstattet korpuskularteorien for lyset. Det endte imidlertid med, at han måtte erklære sig besejret af Bohrs og Heisenbergs argumenter (se nærmere herom side 99), noget som han senere hen mærkeligt nok angrede.

Imidlertid herskede der stadig stor uklarhed med hensyn til den matematiske teoris fysiske indhold, idet det gamle kvanteparadoks vedrørende bølger og partikler nu ikke blot gjaldt lyset, men ifølge de Broglies og Schrödingers ideer, der i mellemtiden havde fået direkte eksperimentel bekræftelse, også de materielle partikler.

Stødet til den endelige klarlæggelse fik Bohr i foråret 1927 gennem et meget betydningsfuldt nyt arbejde af Heisenberg, hvori denne opstillede de såkaldte ubestemthedsrelationer. Ifølge disse består der et reciprok forhold mellem den optimale nøjagtighed, hvormed samtidig to størrelser som f. eks. en bevægelsesmængdekomponent og tilsvarende stedkoordinat eller energi og tid lader sig definere. Heisenberg havde også gjort forsøg på ved hjælp af tankeeksperimenter at demonstrere den anskuelige betydning af disse relationer. Men medens Bohr var dybt betaget af selve den almene formulering af sådanne relationer, måtte han ved nærmere betragtning stille sig kritisk til disse tankeeksperimenter.

Imidlertid virkede såvel resultaterne af som manglerne i Heisenbergs arbejde stærkt inspirerende på ham, og fra nu af arbejdede han næsten dag og nat med disse spørgsmål. Opgaven passede også storartet til hele hans videnskabelige habitus, hvor hans på en gang håndfaste og fine følelse for det anskuelige og dets grænser og hans filosofisk-kritiske trang forenede sig med et dybtgående kendskab til bølgebevægelsens egenskaber, som han skyldte et tidligt studium af Rayleighs arbejder. Alligevel måtte han nu kæmpe med vanskeligheder, der nok kunne sammenlignes med dem, han havde mødt i de tidligere års arbejde.

Som sædvanlig begyndte han meget snart at skrive, d. v. s. at diktere, og

samtidig kom der hele tiden nye tanker og nye tvivl, således at det, der blev skrevet den ene dag, kasseredes den næste. På denne måde gik resten af foråret og hele sommeren, hvor arbejdet gik for sig på Bohrs sommersted i Tisvilde. Det drejede sig herved i første linie om at definere en optimal måling af en elektrons sted, koordinat, henholdsvis bevægelsesmængde. For den førstnævnte måling havde Heisenberg foreslået, hvad han kaldte et γ -strålemikroskop, hvorved elektronen tænkte belyst med γ -stråler, hvorefter den spredte stråling tænkte iagttaget ved hjælp af en passende fokuseringsanordning. Brugen af γ -stråler i stedet for almindeligt lys havde til hensigt at drive nøjagtigheden så vidt, at fejlen blev lille i forhold til atomets dimensioner. Heisenberg havde nu bemærket, at den til lysspredningen knyttede Comptoneffekt ville bevirke en ændring af elektronens bevægelsesmængde, således at denne efter spredningsprocessen var blevet en anden end før processen. Han så deri det træk, der svarede til den mangel på definition af bevægelsesmængden, som ifølge ubestemthedsrelationen knytter sig til en nøjagtig definition af stedet. Bohr viste imidlertid, at ubestemtheden i bevægelsesmængden i dette tilfælde ikke havde nogen direkte forbindelse med den omstændighed, at bevægelsesmængden ændres gennem Comptoneffekten, men derimod hidrører fra Comptoneffektens egen uundgåelige ubestemthed, når forsøgsanordningen er sådan, at den kan bruges til en nøjagtig stedsbestemmelse. Såvel for stedsmåling som for måling af bevægelsesmængde gennemførte han undersøgelsen i enkeltheder og kunne derved påvise en fuldstændig overensstemmelse mellem målemulighederne og de af Heisenbergs relationer følgende definitionsmuligheder. Det her antydede udgør kun ét eksempel på den fylde af betragtninger vedrørende samstemmigheden mellem iagttagelses- og definitionsmuligheder ifølge kvanteteorien, der blev klarlagt gennem Bohrs arbejde. Herved viste sig netop bølgebegrebet at være det naturlige hjælpemiddel, da det jo drejede sig om forholdet mellem rum-tidbeskrivelsen og bevægelsesmængde-energibevarelsen ved de atomare processer. På denne måde opnåede Bohr en forenklet udledning af selve ubestemthedsrelationerne, der dog i sig var ækvivalent med den udledning Heisenberg havde givet med udgangspunkt i den algebraiske kvantemekanik.

Den ydre gang af arbejdet var, at Bohr, som fra foråret havde benyttet mig som assistent, da sommeren var forbi ikke havde nået at få et manuskript færdigt, skønt han i store træk havde løst de problemer, han havde stillet sig. Dette var en skuffelse, da han havde lovet at holde et foredrag

ved en kongres i anledning af hundredeåret for Voltas død, som skulle finde sted i Como i september. Under stærkt pres fra sin bror Harald, som i sådanne tilfælde var en trofast hjælper, fik han til sidst skrevet et meget kort manuskript til et brev til Nature, som skulle af sted fra Instituttet morgenen efter at han sammen med fru Bohr var rejst sydpå med nattoget fra København. Da jeg kom til Instituttet den næste morgen, viste det sig imidlertid, dels at de først var rejst med morgentoget – Bohr havde glemt, at han havde lagt passene på sit bord på kontoret – dels at han havde taget manuskriptet med på rejsen.

Fortsættelsen blev alligevel heldig, thi i Como traf Bohr sammen med Pauli, der blev yderst interesseret i de nye tanker og som efter kongressen under et ophold sammen med Bohr ved Como-søen gennem en passende blanding af kritik og anerkendende forståelse hjalp Bohr at få et nyt betydeligt fyldigere manuskript – nu på tysk – tilsyneladende så godt som færdigt, således at det snart efter hjemkomsten kunde sendes til Naturwissenschaften og omtrent samtidig – i engelsk oversættelse – til Nature. Men det viste sig snart, at dette stadig kun var begyndelsen. Under hele efteråret 1927 og vinteren 1928 blev der en bestandig retten af den ene korrektur efter den anden, hvori en stor del af Instituttets medlemmer tog del; og på et tidspunkt blev endog korrektoren erstattet af et helt nyt manuskript, da den knap kunne læses på grund af de mange rettelser. Den sidste korrektur kom først af sted ved påsketid 1928.

For i få ord at antyde resultatet af dette Bohrs kæmpearbejde, så viste han på den ene side, at man heller ikke i kvanteteorien kan undvære den klassiske fysiks grundbegreber – som sted- og tidkoordinater samt energi og bevægelsesmængde – da muligheden af at drage entydige slutninger fra iagttagelserne hviler på, at der ved forsøgsanordningerne kan ses bort fra de med Plancks virkningskvantum sammenhængende afvigelser, således at forsøgene beskrives af de klassiske fysiske love. På den anden side medfører eksistensen af virkningskvantet, at enhver iagttagelse betyder et indgreb i det fænomen, man vil undersøge, der ikke kan bringes under en vis minimal størrelse, og heraf følger, at de forskellige forsøgsanordninger blot i specielle tilfælde er forenelige i den forstand, at der ved det næste forsøg skulle kunne bygges videre på et forudgående forsøg med en anden anordning. Således vil, som vi har set, efter en nøjagtig stedsbestemmelse, kendskabet til bevægelsesmængden, som måske til at begynde med var velkendt, være blevet meget ringe.

Dette forhold, som på det nøjeste hænger sammen med den statistiske karakter af den kvanteteoretiske naturbeskrivelse, betegnede Bohr med ordet komplementaritet, idet han kaldte sådanne begreber som sted og bevægelsesmængde komplementære. I kvanteteorien har man altså den situation, at visse for den fuldstændige beskrivelse uundværlige begreber står i en slags modsætningsforhold til hinanden. Det var netop arten af dette modsætningsforhold han ville antyde gennem ordet komplementaritet, idet det ene af et sådant begrebspar kompletterer det andet, men også sætter en grænse for dettes samtidige anvendelighed.

Omtrent en måned efter Comomødet afholdtes der i Bruxelles en Solvaykonference over emnet »elektroner og fotoner«. Jeg husker endnu, hvor ivrigt Bohr så frem til denne lejlighed til igen at møde Einstein og fortælle ham om sit syn på kvanteproblemerne, som han mente Einstein straks ville ikke blot fatte, men også betragte som en tilfredsstillende opløsning af det gamle kvanteparadoks, idet Bohr jo i så høj grad byggede videre på Einsteins tidligere tanker. Men det skulle derved gå ham som det ti år tidligere var gået Einstein selv over for Mach med hensyn til relativitetsteorien; dog med den store forskel, at Einstein med dybeste interesse satte sig ind i Bohrs tanker. Som Bohr selv så smukt har skildret, blev Einstein således ved med at fremsætte det ene skarpsindigt udtænkte tankeeksperiment efter det andet – først i Bruxelles, så i Ehrenfests hjem i Leiden og også ved senere lejligheder – hvorved han hver gang mente at have påvist en ufuldstændighed i Bohrs opfattelse. Bohr kom temmelig skuffet hjem fra rejsen, men samtidig glad over den lejlighed, han havde haft til i enkeltheder at forsvare sit standpunkt mod en så dybtstående modstander. Og det morede ham at fortælle om, hvordan det var lykkedes ham at gendrive ethvert af Einsteins eksempler og især, at denne hver gang havde erkendt fejlen i sin betragtningensmåde, dog uden at opgive sit principielle standpunkt, at den kvanteteoretiske statistiske naturbeskrivelse måtte være ufuldstændig.

Medens Bohr var beskæftiget med udarbejdelsen af komplementaritetssynspunktet kom der stadig nye fremskridt med hensyn til den kvanteteoretiske formalisme og dens anvendelse på forskellige fysiske problemer, der hidtil havde unddraget sig en teoretisk forklaring – Diracs behandling af strålingsproblemet og navnlig hans teori for elektronen; Paulis, Jordans og Heisenbergs udvikling af grundvolden for kvantefeltteorien; den indgående behandling af kvanteteorien for systemer af identiske partikler og dermed sammenhængende symmetrier af Heisenberg, Dirac, Hund, Wigner o. a. for

blot at nævne dem der forekommer mig at være de vigtigste. Men da Bohrs reaktion på disse fremskridt væsentlig falder i det af Rosenfeld behandlede tidsafsnit skal jeg ikke berøre dem her. I stedet for skal jeg give nogle antydninger om hans videre arbejde med det almene komplementaritetsproblem i slutningen af tyverne.

Den nye erkendelse, som Bohr havde opnået med hensyn til fysikkens fundament – og hvis mest karakteristiske træk er, at man i kvanteteorien, i modsætning til den klassiske fysik, aldrig må glemme, at en måling betyder et indgreb i det fænomen, man vil undersøge*) – førte ham tilbage til de unge års erkendelsesteoretiske betragtninger, hvorved hans gamle tanke: at tænkningen over tænkningen udgør et singulært punkt i bevidstheden, fik følgende med den nævnte fysiske situation dybt analoge form: »En beskrivelse af vor tankevirksomhed forlanger på den ene side, at et objektivt givet indhold stilles over for et betragende subjekt, medens på den anden side – således som det fremgår allerede af et sådant udsagn – ingen skarp adskillelse mellem objekt og subjekt kan opretholdes, da jo også det sidstnævnte begreb tilhører vort tankeindhold«. Dette citat er taget fra Bohrs artikel i anledning af Plancks 50-års doktorjubilæum i 1929, hvor han, efter en sammenfattende redegørelse for sit syn på kvanteteorien, benyttede lejligheden til at give nogle antydninger om, hvordan komplementaritetssynspunktet danner den naturlige baggrund for diskussionen af væsentlige filosofiske og psykologiske problemer. Blandt andet peger han i denne forbindelse på den lærerige analogi, der består mellem kvanteteoriens bølge-partikelparadoks og den tilsyneladende modsætning mellem den kontinuerte fremadskriden af den associative tænkning og bevarelsen af personlighedens enhed, hvorved iagttagelsens indgreb i de atomare fænomener modsvares af de psykiske oplevelsers forandring med selvanalyse.

Men Bohr ville også gennem at pege på dagligdags psykologiske erfaringer vedrørende vanskeligheden ved at skelne mellem subjekt og objekt gøre det lettere at forstå den nye situation i fysikken, hvor hans indstilling, selv for mange fysikere, fremstod som altfor radikal eller mystisk. I denne forbin-

*) Som det vil fremgå af de følgende afsnit, har Bohr senere ændret sin terminologi på dette punkt. For at undgå misforståelser fandt han det bedst ikke at tale om iagttagelse som »indgreb i fænomenet«, men i stedet udelukkende at anvende ordet »fænomen« til en beskrivelse af iagttagelser vundet under nærmere specificerede forhold omfattende en redegørelse for hele forsøgsanordningen.

delse nævnte han som et særligt simpelt eksempel den måde, hvorpå man gennem at føle sig frem i mørke ved hjælp af en stok ved at fatte hårdt om denne forlægger skillestedet mellem subjekt og objekt til stokkens endepunkt, medens stokken, når den holdes løst, i sig selv opfattes som objekt.

Jeg skal afslutte disse glimt af Niels Bohr som forsker og tænker med nogle ord af ham selv i slutningen af den lige nævnte artikel, nemlig: »Det lå mig også på sinde på eftertrykkelig måde at fremhæve, hvor dyb en rystelse den nye erkendelse har bragt af grundvolden for den begrebsbygning, hvorpå ikke alene fysikkens klassiske fremstilling men også hele vor sædvanlige tanke-måde hviler. Netop den herigennem vundne befrielse har vi at takke for de vidunderlige fremskridt af vor indsigt i naturfænomenerne, som vi har tilkæmpet os i løbet af den sidste menneskealder; et fremskridt der overgår alle forhåbninger, som man blot for få år siden turde nære. Fysikkens øjeblikkelige stilling kendetegnes måske allerbedst derved, at næsten alle tanker, som nogensinde har været anvendt med udbytte i naturforskningens tjeneste, er kommet til deres ret i en fælles harmoni uden derved at have tabt i frugtbarhed.«

Kvanteteorien og dens fortolkning

Af Werner Heisenberg

Mit første møde med Niels Bohr fandt sted i Göttingen i sommeren 1922, da Bohr efter indbydelse af det stedlige matematisk-naturvidenskabelige fakultet holdt en række forelæsninger, som vi senere gerne omtalte som »Bohr-Festspillene«. Sommerfeld, min lærer i München, havde taget mig med til Göttingen, skønt jeg dengang kun var en 20-årig student i fjerde semester. Sommerfeld nærede en varm interesse for sine studenter, og han havde mærket, hvor stærkt jeg interesserede mig for Bohr og hans atomteori. Det første indtryk af Bohrs personlighed står endnu ganske tydeligt i min erindring. Fuld af ungdommelig spænding, men dog noget forlegen og sky, med hovedet hældende lidt til den ene side, stod den danske fysiker på det lyse podium i auditoriet, i hvilket Göttinger-sommerens stærke lys strømmede ind gennem de vidtåbne vinduer. Hans sætninger kom noget stammende og sagte, men bag ethvert af de omhyggeligt valgte ord anede man en lang kæde af tanker, som fortonede sig et eller andet sted i baggrunden i en filosofisk indstilling, som fængslede mig overmåde.

I slutningen af det andet eller tredje foredrag af denne forelæsningsrække talte Bohr om en beregning, som hans medarbejder hollænderen **Kramers** havde anstillet af den såkaldte kvadratiske Stark-effekt i brintatomet, og Bohr sluttede med den bemærkning, at man vel trods alle indre vanskeligheder i den daværende atomteori måtte antage, at **Kramers'** resultater var rigtige og senere ville blive eksperimentelt bekræftet. Jeg kendte **Kramers'** arbejde ganske godt, da jeg havde refereret indholdet af det i det Sommerfeldske seminar i München. Derfor vovede jeg under den påfølgende diskussion at fremkomme med en indvending. Jeg kunne ikke tænke mig, at **Kramers'** resultater var helt rigtige, thi den kvadratiske Stark-effekt kunne jo opfattes som et grænsetilfælde af spredning af lys med meget stor bølglængde. Men da man allerede ved, at en beregning af spredningen på brintatomet med den klassiske fysiks metode må føre til forkerte resultater – den karakteristiske resonanseffekt ville jo optræde ved elektronens bane-frekvens og ikke ved brintatomets iagttagne strålingsfrekvens – så kunne

næppe heller Kramers' regning give det rigtige resultat. Bohr svarede hertil, at man vel her måtte tage strålingens tilbagevirkning på atomet med i betragtning, men han var dog synligt noget forurolet over denne indvending. Da diskussionen var forbi, kom Bohr hen til mig og foreslog at vi skulle spadserere en tur sammen på Hainberg uden for Göttingen, hvilket jeg naturligvis meget gerne ville. Denne samtale, der førte os på kryds og tværs over Hainbergs skovbevoksede højdedrag, var den første indgående diskussion, som jeg kan huske, om de fysiske og filosofiske grundproblemer i den moderne atomteori, og den har givetvis haft afgørende indflydelse på min senere livsbane. Jeg forstod for første gang, at Bohr stod meget mere skeptisk over for sin egen teori end mange andre fysikere, som f. eks. Sommerfeld, gjorde på den tid, og at erkendelsen af sammenhængene for ham ikke udsprang af en matematisk analyse af de til grund liggende antagelser, men af en intensiv beskæftigelse med selve fænomenerne, der gjorde det muligt for ham intuitivt at føle sammenhængene snarere end formelt at udlede dem.

Således opstod altså en naturerkendelse, og først som et næste skridt kan det lykkes at præcisere det erkendte i matematisk form og at gøre det tilgængeligt for den fulde rationelle analyse. Bohr var først og fremmest filosof, ikke fysiker; men han vidste, at i vor tid har naturfilosofien kun styrke, når den i alle enkeltheder underkastes eksperimentets ubønhørlige efterprøvelse.

Bohr indbød mig til at komme til København nogle uger det følgende forår og til eventuelt senere, måske på et stipendium, at arbejde der i længere tid. Dermed begyndte for mig en uendelig lærerig tid med snævert venskabeligt samarbejde, og det føjede sig endda så lykkeligt, at det netop kom i stand i det øjeblik, hvor vanskelighederne i kvanteteorien blev mere og mere uforståelige, dens indre modsigelse syntes at blive stadigt værre og drive os imod en krise som ved en næsten dramatisk række af overraskende opdagelser i løbet af få år førte til en løsning af de grundlæggende problemer.

Besøget i København fandt, hvis jeg husker rigtigt, sted i påskeferien 1923. De første indtryk af Instituttet og af den kreds af unge mennesker, som den gang omgav Bohr, hensatte mig allerede efter få dages forløb i en tilstand af dyb nedtrykthed. Disse unge fysikere fra så mange forskellige lande i verden var mig langt overlegne. De fleste af dem beherskede flere fremmede sprog, mens jeg ikke kunne udtrykke mig fornuftigt på et eneste,

de kendte til den store verden derude, til mange folkeslags kultur og digtning, de spillede forskellige musikinstrumenter med stor fuldkommenhed og forstod fremfor alt langt mere end jeg af den moderne atomfysik. At jeg skulle komme til at passe ind i denne kreds syntes mig temmelig håbløst. Alligevel kom jeg hurtigt i et venskabeligt forhold til flere af dens medlemmer. Med særlig glæde mindes jeg de første diskussioner med Kramers fra Holland, Urey fra U.S.A. og Rosseland fra Norge. De syntes alle at kende Bohr godt og at agte ham højt og var fulde af optimisme med hensyn til udviklingen af den Bohrske teori.

Det største udbytte af disse uger var naturligvis samtalerne med Bohr selv. Da administrationen af Institutet allerede dengang hvilede tungt på Bohr, foreslog han, at vi skulle gøre en fodtur på nogle dage i Nordsjælland, hvor vi ville få tid til uforstyrret sammen at drøfte alle fysiske spørgsmål. Bohr var åbenbart også selv lykkelig over på denne måde at kunne vise mig nogle steder i Danmark, som han holdt særligt af. Hamlets slot Kronborg ved den nordlige del af sundet mellem Danmark og Sverige, det kunstfærdige renaissanceslot Frederiksborg ved søen i Hillerød, den store skov, der strækker sig videre mod nord til Esrum Sø og de små fiskerlejer ved Kattegat fra Gilleleje til Tisvildeleje. I nærheden af Tisvildeleje havde Bohr et rummeligt sommerhus for sin familie. På denne tur fortalte Bohr mig meget om landets historie og om dets slotte, om begivenheder fra de ældste tider med tilknytning til de islandske sagaer, som han kendte så nøje, og således fik jeg på få dage mere at vide om Skandinavien, end jeg havde gjort i hele min skoletid. Jeg lærte også at holde af det lykkelige og fredelige land, som i vort århundrede i det væsentlige var blevet forskånet for store katastrofer, og omvendt måtte jeg fortælle Bohr om, hvad der i min skoletid var forekommet i mit eget land af krig, revolution, sult og nød. Vore samtaler strakte sig over langt videre områder end fysik og naturvidenskab, og jeg var lykkelig over, at Bohr også havde så megen sans for al slags ungdommeligt overmod. Ved stranden prøvede vi ofte at se, hvem der kunne kaste en sten længst ud i havet, eller om vi kunne ramme en svømmende bjælke. Bohr fortalte, at han og Kramers engang ved stranden havde fundet en mine, der stammede fra krigens tid, og de havde da forsøgt, hvem der kunne træffe tændrøret. Efter forgæves forsøg var det imidlertid blevet klart for dem, at de dog aldrig ville kunne nyde glæden over at have ramt, da den eksploderende mine forinden ville have gjort ende på deres liv, og de havde derefter fundet sig et andet mål. Bohrs for-

kærlighed for filosofisk generaliseren blev ofte vakt netop ved ganske enkle lege. Da jeg engang på en ensom landevej kastede en sten mod en fjern telegrafpæl, og stenen mod al sandsynlighed ramte, sagde han: »At sigte på en så fjern genstand og så ramme, det er naturligvis umuligt. Men hvis man er i besiddelse af den uforkammethed at kaste i den retning uden at sigte og tilmed forestille sig den absurde mulighed, at man også kunne ramme, ja, så kan det måske dog ske. Den forestilling, at noget måske kunne ske, kan være stærkere end øvelse og vilje.«

Naturligvis indtog atomfysikkens vanskeligheder også en stor plads i vore samtaler; de blev mig vel først bevidst i al deres skarphed gennem Bohrs analyse, og vore diskussioner bestyrkede måske hos Bohr den skepsis, han allerede da så levende følte over for atomteoriens daværende stade. Man var endnu langt fra en løsning, og selv så vigtige opdagelser som Compton-effekten, som samme år blev kendt, skærpede nærmest vanskelighederne og modsigelserne. Da vi fra vor fodtur var vendt tilbage til København, havde jeg den følelse nu gennem Bohr at kende langt mere til ånden i den fremtidige atomteori, end jeg før havde gjort. Det var som om den tykke tåge, der omgav os, på en eller anden måde allerede var lettet en smule, som om man allerede ganske svagt kunne skelne konturerne af nogle af de bjerge, som vi senere måtte bestige for derfra at få overblik over sammenhængene i de atomare fænomener.

I sommersemestret 1923 arbejdede jeg i München på min doktorafhandling, hvis emne var hentet fra et helt andet område af fysikken, nemlig hydrodynamikken. Udviklingen i atomfysikken fulgte jeg så at sige kun på afstand. Om efteråret fik jeg ansættelse som assistent hos Born ved universitetet i Göttingen og tog fra da af del i diskussionerne i den derværende kreds om atomteoriens problemer. Først i vintersemestret 1924–25 kunne jeg som Rockefeller stipendiat på anbefaling af Bohr atter drage til Institutet på Blegdamsvej. Der udviklede sig lige fra begyndelsen et snævert videnskabeligt samarbejde mellem Bohr, hans nærmeste medarbejder Kramers og mig, og de samtaler, som vi førte to eller tre ad gangen, blev snart et fast punkt på programmet og hørte for mig til dagens vigtigste begivenheder, vigtigere end seminarer og forelæsninger.

Det centrale punkt i vore diskussioner var dengang teorien for dispersion, d.v.s. spredning af lys på atomer, hvorom Kramers netop havde offentliggjort et meget vigtigt arbejde. Kramers betragtninger skulle samtidig udvides til at omfatte den såkaldte Raman-effekt (spredning ledsaget af en

ændring af lysets farve), og det drejede sig åbenbart her om at gætte de rigtige matematiske formler ved hjælp af analogislutninger, udlede dem kunne man ikke, da man foreløbig manglede et grundlag for sådanne beregninger. Kramers og jeg var i begyndelsen ikke ganske enige og i visse specielle tilfælde holdt vi på forskellige formler. For mig var det overordentlig lærerigt at se, hvorledes Bohr stadig prøvede at komme videre ved fysisk fortolkning af formlerne for derigennem at nå frem til en afgørelse, medens det lå meget nærmere for mig at benytte et formelt matematisk synspunkt, altså i en vis forstand et æstetisk kriterium ved bedømmelsen. Til alt held førte til sidst begge metoder til samme svar, og jeg forsøgte at overbevise Bohr om, at det måtte være således, hvis teorien skulle være enkel og gennemsigtig. Men jeg lagde mærke til, at den matematiske gennemsigtighed ikke i sig selv for Bohr var af nogen indlysende værdi. Bohr var bange for, at den formelle matematiske struktur skulle skjule problemets fysiske kerne, og han følte sig i hvert fald overbevist om, at den fuldstændige fysiske opklaring ubetinget måtte gå forud for den matematiske formulering. Måske var jeg allerede på det tidspunkt i højere grad end Bohr parat til at gå bort fra de anskuelige billeder og tage skridtet over i den matematiske abstraktion. I hvert fald sporede jeg i de formler, som jeg havde udarbejdet sammen med Kramers, en matematik, som på en vis måde virkede af sig selv uafhængigt af alle fysiske forestillinger. For mig udgik fra denne matematik en magisk tiltrækningskraft, og jeg var fascineret af den tanke, at man her måske øjnede de første tråde af et kæmpemæssigt net af dybtliggende sammenhænge.

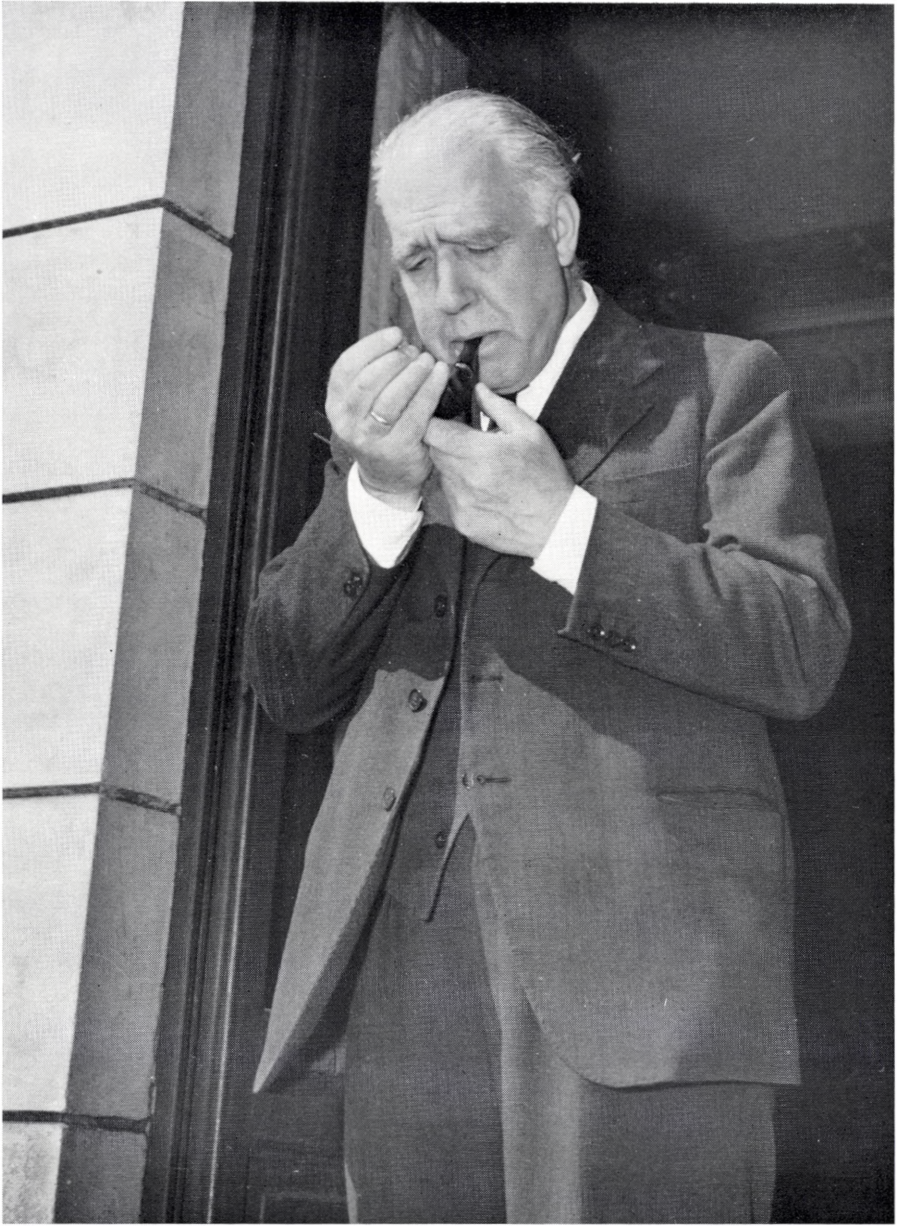
Ligeså lykkelig var jeg over resultatet af en diskussion med Bohr og Kramers, som drejede sig om polarisationen af fluorescenslyset. Bohr havde skrevet et udkast til en kort note herom i forbindelse med nogle eksperimenter på Francks institut, og jeg havde med foragt for alle anskuelige billeder anvendt mit mere formelle synspunkt på Bohrs problem og derved opnået kvantitative resultater, der gik noget videre end Bohrs arbejde. Det lykkedes mig at overbevise Bohr og Kramers om mine formler, men da jeg efter frokost atter trådte ind i Bohrs arbejdsværelse, var Bohr og Kramers blevet enige om, at mine formler var forkerte og forsøgte at gøre mig deres standpunkt klart. Herover udviklede der sig en timelang videnskabelig diskussion, under hvilken, så vidt jeg husker, fordringen om at gå bort fra anskuelige billeder for første gang blev udtalt i al sin skarphed og erklæret for ledetråden i det fremtidige arbejde. Bohrs tænkemåde, der i fysikkens

historie måske nærmest er legemliggjort i skikkelser som Faraday og Gibbs, satte ham i stand til med uovertræffelig klarhed at slå ned på problemets kerne, men han tøvede ved at tage skridtet over i den matematiske abstraktion, skønt han ikke talte imod det. Vi blev til slut enige om, at formelen var rigtig, og jeg havde den følelse, at vi var kommet den fremtidige atomteori et godt stykke nærmere.

Bohr tog naturligvis ligeså aktivt del i mange andre institutmedarbejders arbejde, og da han altid var umådelig grundig, lagde denne virksomhed så meget beslag på hans tid, at den ofte kom i konflikt med hans egne arbejder og administrationen af Institutet. Således følte Bohr sig ofte noget bekrænket, og det blev endnu sværere for ham at formulere sine egne tanker skriftligt. Når han gjorde det, dikterede han mig i reglen det første udkast, og jeg beundrede den omhu hvormed hvert enkelt ord igen og igen blev overvejet og ændret.

I det hele videnskabelige liv spillede også Bohrs gæstfri sommerhus i Tisvilde en vigtig rolle. Ofte tilbragte jeg nogle dage dér sammen med familien. Sammen vandrede vi gennem skoven til stranden, nød udsigten fra de skovbevoksede, sandede højder over det klare blå Kattegat, hvor gammeldags sejlskibe stadig bar deres last af sted, og vi svømmede ofte ret langt ud i havet. Engang var Bohr under badningen kommet meget langt ud, og da jeg forsøgte at svømme ud til ham, opdagede jeg til min store skræk, at vi af en strøm blev ført stadig længere fra land. Heller ikke for Bohr lykkedes det at nærme sig bredden, selv om vi med store anstrengelser bestræbte os på at komme ind mod land, og det var åbenbart, at han var træt. Jeg gennemlevede derfor nogle ængstelige minutter, da vi var helt alene, og jeg ikke mere vidste, hvad der egentlig var at gøre. Lykkeligvis nåede vi dog gennem strømmen hen i nærheden af en lille sandbanke, som vi til sidst kom op på, og hvor Bohr da i længere tid hvilede sig. Afstanden fra sandbanken til bredden var ganske vist endnu lang, men efter at have hvilet os kunne vi, idet vi svømmede så hurtigt som muligt, uden større vanskeligheder nærme os land og endelig nå bredden. Bohr og hans familie havde også en lille hest og en vogn, og da jeg var gode venner med børnene, betragtede jeg det som en særlig ære, når jeg sommetider fik lov til at køre alene omkring i skoven sammen med et af dem. Ofte kom der gæster fra København eller fra udlandet til Tisvilde, og ved deres egne overvejelser eller ved beretninger om nye eksperimenter bragte de nyt liv i de videnskabelige samtaler om de vanskeligheder i atomteorien, der foruroligede os alle.

I sommersemestret 1925 holdt jeg igen forelæsninger i Göttingen. Desuden udarbejdede jeg under en kort sygeorlov på øen Helgoland i juni et første udkast til kvantemekanikken, der for mig i en vis forstand repræsenterede kvintessensen af vore samtaler i København, nemlig en matematisk formulering af Bohrs korrespondensprincip. Jeg håbede ved en ny og for mig selv endnu meget fremmedartet matematisk metode at have fundet en vej til de mærkværdige sammenhænge, som allerede under samtalerne med Bohr og Kramers af og til var kommet til syne. Efter et besøg i Holland og England og den derpå følgende sommerferie rejste jeg igen for nogle uger til København for at diskutere den nye situation med Bohr. Bohr var yderst interesseret og havde i hvert fald ikke mere nogen indvending mod radikalt at give afkald på de anskuelige billeder. Hvorvidt de matematiske metoder ville lade sig udbygge til en fuldstændig teori var imidlertid på dette tidspunkt endnu ikke afgjort. Med særlig glæde mindes jeg fra de uger et kort ophold i Bohrs sommerhus, hvortil også de tre matematikere Harald Bohr, Hardy fra Cambridge og Besikovitch fra Rusland var kommet. Besikovitch var netop fordrevet fra Rusland på grund af det politiske virvar dér og håbede nu at finde nye arbejdsmuligheder i England. Samtalen førte hurtigt ind på den nye udvikling af atomteorien, og de tre matematikere diskuterede på en måde, som jeg fandt yderst stimulerende, hvilken matematisk sammenhæng der kunne skjule sig bag mine metoder. Desværre var mit kendskab til matematik for ringe til, at jeg rigtig kunne følge dem. Men diskussionen efterlod dog hos mig en stærk følelse af, at dele af et stort net af omfattende sammenhænge her var kommet for dagen. Senere på eftermiddagen spillede vi boccia; vi delte os i to partier, og da Harald Bohr og Hardy var lidenskabelige sportsmænd, blev der kæmpet bittert fra begge sider. Alene Besikovitch, der åbenbart var fuldkommen uerfaren, havde desværre kun ringe succes. Spillet endte på en meget usædvanlig måde. Niels Bohrs parti var nogle points bagud, men havde det sidste kast, som Besikovitch skulle udføre. Klar over situationens håbløshed kastede Besikovitch kuglen baglæns over sin skulder ind i spillefeltet. Til hans forbløffelse ramte kuglen nøjagtig på det rigtige sted og afgjorde under almindelig jubel partiet til hans fordel. Jeg mindedes Bohrs bemærkning på landevejen ved Gilleleje uden dog at filosofere nærmere derover. På hjemrejsen i toget til København forelagde Hardy mig »som øvelse« et matematisk problem, nemlig teorien for et kinesisk spil, der lige var blevet nøjagtigt udarbejdet. Jeg bestræbte mig med yderste anstrengelse på at løse problemet, indtil





En af de årlige kongresser på Institutet med deltagelse af gamle medarbejdere. På første række sidder fra venstre: Klein, Bohr, Heisenberg, Pauli, Gamow, Landau, Kramers



Niels Bohr i diskussion på Institutets frokoststue med to af sine nærmeste medarbejdere, Werner Heisenberg og Wolfgang Pauli, der begge spillede en fremtrædende rolle ved kvantefysikkens udvikling

Harald pludselig bebrejdende sagde til Hardy: »Du skulle ikke misbruge et ungt menneskes matematiske kraft til den slags løjer.« På dette tidspunkt havde jeg kun fundet ud af en del af teorien og fremstillede den for Hardy. Han svarede blot tørt: »Nå ja, i det mindste for brintatomet vil den nye atomteori nok være rigtig.«

I vintersemestret 1925–26 måtte jeg opfylde mine undervisningspligter i Göttingen. Desuden arbejdede jeg sammen med Born og Jordan på den matematiske udformning af kvantemekanikken. Born og Jordan havde opnået afgørende fremskridt i den matematiske analyse af den nye mekanik, og uafhængigt af dem havde også Dirac i Cambridge taget fat på disse problemer og var i det væsentlige kommet til samme resultat som Born og Jordan. Således var vi i hele vintersemestret fuldt beskæftiget med at åbne adgang til det indvundne, nye matematiske land og gøre det farbart. Da Kramers i mellemtiden havde taget imod et professorat i sit hjemland Holland, tilbød Bohr mig den stilling som lektor i teoretisk fysik ved Københavns Universitet, som Kramers havde haft. Fra påsken 1926 kunne jeg således igen helt tage del i arbejdet i København, hvor de daglige samtaler med Bohr ligesom tidligere udgjorde den vigtigste del af mit videnskabelige liv. På mange steder arbejdede man nu på atomteorien. De tanker, som de Broglie i 1924 havde fremsat om dualismen mellem bølge- og partikelforestilling, var blevet grebet af Schrödinger og videreudviklet til den såkaldte bølgemekanik. Schrödingers første arbejder var på det tidspunkt (påsken 1926) netop udkommet, men snart hørte vi, at det sandsynligvis var lykkedes Schrödinger at bevise den matematiske ækvivalens mellem hans bølgemekanik og den nyudviklede kvantemekanik. Dette fremskridt stod nu i centrum af vore diskussioner i København. Schrödingers undersøgelser forekom af to grunde Bohr meget betydningsfulde. På den ene side styrkede de tilliden til rigtigheden i den matematiske formalisme, som man nu med samme ret kunne kalde kvantemekanik og bølgemekanik. På den anden side opstod det spørgsmål, om man ikke for at opnå en anskuelig fortolkning af denne formalisme måtte søge helt andre veje, end man tidligere havde tænkt sig i københavnerkredsen. Bohr erkendte straks, at her måtte afgørelsen falde om de grundlæggende problemer, som han egentlig uaf-ladelig siden 1913 havde kæmpet med, og han koncentrerede nu sin hele tankekraft om, i lyset af den nyvundne erkendelse, kritisk at prøve de argumenter, der havde ført ham til begreber som stationær tilstand og kvanteforspring. Fortolkningen af kvantemekanikken blev altså fra nu af vort vig-

tigste samtaleemne. Jeg selv var egentlig ikke parat til at indrømme Schrödingers teoris indflydelse på tydningen af kvanteteorien. Jeg betragtede den snarere som et overordentlig værdifuldt værktøj til at løse kvantemekanikkens matematiske problemer, men ikke som andet. Bohr syntes derimod tilbøjelig til allerede i teoriens grundforudsætninger at optage dualismen mellem bølge og partikel.

Det var i overensstemmelse med denne indstilling, at jeg nu først og fremmest var optaget af kvantemekanikkens praktiske anvendelse på heliumspektret. Derved spillede også de smukke målinger, som Foster havde foretaget af Stark-effekten i heliumspektret en vigtig rolle. Foster fra Canada var for et stykke tid kommet til København for at sammenligne sine målinger med den nye teori. Diskussionerne foregik for det meste i fru Maars sommerhus, der lå højt på en skrænt i Ålsgårde ved Helsingør. På havebænkene mellem rosenbedene, hvorfra vi så ofte havde spejdet ud over sundet efter bjergene på den svenske kyst, blev forstørrelserne af Fosters spektraloptagelser bredt ud, og de målte liniebilleder blev sammenlignet med teoriens resultater. Overensstemmelsen var fuldkommen, og vi glædede os over at se, hvor mange af de mest komplicerede og tilsyneladende ganske uoverskuelige enkeltheder, der så at sige af sig selv kom ud af kvantemekanikkens formler. Også Bohr glædede sig over, at Stark-effekten endnu engang, ligesom ti år tidligere ved brintatomet, gav en af de smukkeste bekræftelser på, at man var på den rette vej til at forstå atomerne. Ofte diskuterede jeg også med Bohr heliumspektrrets almindelige teori, som jeg havde angrebet ved fri benyttelse af såvel Schrödinger som Göttinger-metoden. Det var for os begge en dyb tilfredsstillelse, at eksistensen af begge spektre, ortohelium og parahelium, nu kunne udledes af almindelige principper, og dette forholds forbindelse med »Pauli-princippet« åbnede vejen for den endelige forståelse af grundstoffernes periodiske system. I juni rejste jeg med det kun halvfærdige arbejde til Norge, blev otte dage i Lillehammer ved Mjøsasøen for at fuldende manuskriptet og vandrede derefter alene med manuskriptet i rygsækken fra Gudbrandsdalen gennem Jotunheimens bjerge til Sognefjorden, hvorfra jeg med skib og jernbane igen vendte tilbage til København. Bohr var tilfreds med afhandlingen, som derefter kunne sendes til trykning.

I juli besøgte jeg mine forældre i München, og ved denne lejlighed hørte jeg et foredrag, som Schrödinger holdt for fysikerne i München om sine arbejder over bølgemekanik. Således blev jeg for første gang kendt med den

fortolkning, som Schrödinger ville give sin matematiske formalisme, bølgemeknikken, og jeg var helt fortvivlet over den begrebsforvirring, som dermed efter min opfattelse blev bragt ind i atomteorien. Desværre fik jeg intet ud af mit forsøg på under diskussionen igen at bringe orden i begreberne. Mit argument, at man med Schrödingers fortolkning jo ikke engang kunne forstå Plancks strålingslov, overbeviste ingen, og Wilhelm Wien, der var professor i eksperimentel fysik ved Münchens universitet, svarede temmelig skarpt, at det nu virkelig måtte have en ende med kvantespring og den hele atommystik, og at de vanskeligheder, som jeg talte om, sikkert snart ville blive løst af Schrödinger. Om jeg skrev til Bohr om denne hændelse i München, husker jeg ikke mere. I hvert fald indbød Bohr kort derefter Schrödinger til København og bad ham ikke alene om at holde foredrag om sin bølgemekanik, men også om at opholde sig så længe i København, at der kunne blive tilstrækkelig tid til at diskutere kvanteteoriens fortolkning.

Disse diskussioner, der, så vidt jeg husker, fandt sted i København engang i september 1926, har hos mig efterladt det allerstærkeste indtryk især af Bohrs personlighed. Thi skønt Bohr ganske vist var et ualmindelig hensynsfuldt og imødekommende menneske, så kunne han dog i en sådan diskussion, hvor det drejede sig om de for ham vigtigste erkendelsesproblemer, med fanatisme og med en næsten skrækindjagende ubønhørighed insistere på den ubetingede klarhed i alle argumenter. Han gav ikke op, end ikke efter timers kamp, før Schrödinger måtte indrømme, at hans tydning ikke slog til, ikke engang til at forklare Plancks lov. Ethvert forsøg fra Schrödingers side på at komme uden om dette bitre resultat blev i uendelig møjsommelige samtaler langsomt punkt for punkt imødegået. Måske har det været en slags overanstrengelse, der gjorde, at Schrödinger efter nogle dages forløb blev syg og måtte ligge i sengen som gæst i Bohrs hjem. Men selv her veg Bohr næppe fra Schrödingers seng og bestandig lød sætningen: »Men Schrödinger, De må dog indrømme, at . . .« Engang udbrød Schrödinger næsten fortvivlet: »Når det dog skal blive ved dette fordømte kvantespringeri, så beklager jeg, at jeg nogensinde har givet mig af med atomteori.« Bohr svarede dertil: »Men vi andre er Dem så taknemmelig for, at De har gjort det og dermed bragt atomteorien et afgørende skridt videre.« Schrödinger rejste til slut lidt modløs fra København, medens vi på Bohrs Institut havde følelsen af, at i hvert fald Schrödingers fortolkning af kvanteteorien, en fortolkning, der lidt for letsindigt var opstillet med de klassiske

teorier som model, nu var gendrevet, men at der endnu manglede nogle vigtige synspunkter, før man var nået til en fuld forståelse af kvanteteorien.

Samtalerne mellem Bohr og hans medarbejdere i København koncentrerede sig fra nu af stadigt mere om det centrale spørgsmål i kvanteteorien: hvorledes den matematiske formalisme i de enkelte tilfælde skulle anvendes på de eksperimentelle begivenheder og dermed, hvorledes de ofte diskuterede paradokser, som for eksempel den tilsyneladende modstrid mellem bølgeforestilling og partikelforestilling, kunne opklares. Der blev udtænkt stadig nye tankeeksperimenter, hvor paradokserne trådte særlig skarpt frem, og vi forsøgte at gætte, hvilket svar naturen sandsynligvis ville give i et sådant eksperiment. Under disse bestræbelser satte Bohr og jeg ind i noget forskellige retninger. Allerede to år tidligere havde Bohr i samarbejde med Kramers og Slater udgivet en afhandling, hvori han forsøgte at tage dualismen mellem bølge- og partikelforestilling som udgangspunkt for tydnin-gen af kvanteteorien. Bølgerne skulle tydes som et sandsynlighedsfelt, hvorved man rigtignok blev tvunget til at opgive sætningen om energiens be-varelse for de individuelle processer. Siden havde Bothe og Geiger imidler-tid eftervist energisætningen gyldighed også for de individuelle processer. Alligevel følte Bohr med rette den tilsyneladende dualisme som et så cen-tralt fænomen, at den forekom ham at være det naturlige udgangspunkt for fortolkningen. Selv satte jeg min lid til den nyudviklede matematiske formalisme. Da den fysiske fortolkning af visse størrelser allerede var fast-lagt i kvantemekanikkens grundlæggende antagelser, tænkte jeg mig, at man simpelthen ved en konsekvent videreudvikling af disse antagelser tvang-frit ville nå til den rigtige generelle fortolkning, at man altså ikke skulle stille sig i yderligere gæld til anskuelige forestillinger. Takket være denne forskel i synspunkter blev de genstridige problemer belyst og undersøgt fra alle sider, men paradokserne lod sig dog ikke så let rydde af vejen.

Jeg boede dengang i tagetagen i Institutet på Blegdamsvej, og Bohr kom ofte op på mit værelse sent om aftenen for at tale med mig om de van-skeligheder i kvanteteorien, der pinte os begge. På den ene side havde vi den følelse, at løsningen lå snublende nær, da man jo besad en åbenbart mod-sigelsesfri matematisk beskrivelse, på den anden side stod det os slet ikke klart, hvorledes man med denne matematik skulle beskrive selv de simpleste eksperimentelle situationer som f. eks. en elektrons bane i et tågekammer. I kvantemekanikken var man jo netop gået ud fra, at der slet ikke fandtes sådanne elektronbaner, og med bølgemeknikken kunne man ikke forstå,

hvorfor en nogenlunde lokaliseret bølgeproces, noget i retning af en bølgepakke, ikke efter kort tid ville sprede sig ud igen.

På denne tid udviklede Dirac og Jordan transformationsteorien, til hvilken Born og Jordan ved tidligere undersøgelser allerede havde ydet vigtige forarbejder og også denne fuldstændiggørelse af den matematiske formalisme bekræftede for os, at der vel ikke var mere at ændre ved kvanteteorien formelle bygning, at det nu kun kom an på at udtrykke forbindelsen mellem matematikken og eksperimenterne på en modsigelsesfri måde. Men hvorledes dette skulle ske, forblev som før dunkelt. Således varede vore aftenlige diskussioner ikke sjældent til over midnat, og vi skiltes i reglen noget utilfredse, fordi forskellen i de retninger, hvori vi søgte løsningen, ofte syntes at gøre opklaringen vanskeligere. Efter en af disse sene samtaler gik jeg endnu dybt forurolet ned i Fælledparken, der ligger bag Instituttet, for ved en spadseretur i den friske luft at falde lidt til ro, inden jeg gik i seng. På denne vandring under den natlige stjernehimmel, kom jeg på den nærliggende tanke, at man dog måske simpelthen skulle postulere, at naturen kun tillod forekomsten af sådanne eksperimentelle situationer, der lod sig beskrive inden for den kvantemekaniske formalisme. Det ville åbenbart betyde, at man ud fra den matematiske formalisme kunne slutte, at man ikke samtidigt kunne kende en partikels sted og dens hastighed. Der var foreløbig ingen lejlighed til at tale nøjere med Bohr om denne mulighed, da han netop i de dage (slutningen af februar 1927) rejste på skiferie til Norge. Sandsynligvis var Bohr også glad for i nogle uger at kunne hengive sig fuldstændig uforstyrret til sine egne tanker om fortolkningen af kvanteteorien.

Efterladt alene i København kunne også jeg give mine tanker friere løb og besluttede at gøre den nævnte ubestemthedsrelation til fortolkningens centrale punkt. Ved at huske på en samtale, som jeg for lang tid siden havde haft i Göttingen med en studiekammerat, faldt den tanke mig ind at undersøge mulighederne for stedsbestemmelse ved hjælp af et γ -stråle-mikroskop, og på den måde fremstod der snart en tydning af kvanteteorien, der forekom mig at være sammenhængende og modsigelsesfri. Jeg skrev derefter et langt brev til Pauli, så at sige et udkast til en afhandling, og Paulis svar var udtalt positivt og opmuntrende. Da Bohr kom tilbage fra Norge, kunne jeg allerede forelægge ham den første version af en afhandling sammen med brevet fra Pauli. I begyndelsen var Bohr temmelig utilfreds. Han gjorde mig opmærksom på, at nogle påstande i denne første version endnu var

forkert begrundet, og da han som altid med rette insisterede på ubønhørlig klarhed i alle enkeltheder, stødte disse punkter ham meget. Desuden havde han vel allerede i Norge levet sig ind i komplementaritetsbegrebet, der skulle gøre det muligt at tage dualismen mellem bølge- og partikelbillede til udgangspunkt for fortolkningen. Dette komplementaritetsbegreb passede nøje til den filosofiske grundindstilling, som han egentlig altid havde haft, og hvori begrænsningen i vore udtryksmidler indgik som et centralt filosofisk problem. Det stødte ham derfor, at jeg ikke gik ud fra dualismen mellem bølger og partikler. Efter nogle ugers diskussion, der ikke forløb helt uden spændinger, erkendte vi imidlertid snart, ikke mindst takket være Oskar Kleins medvirken, at vi i grunden mente det samme, og at ubestemthedsrelationerne blot var et specialtilfælde af det almindelige komplementaritetsforhold. Jeg sendte altså min forbedrede afhandling til trykning, og Bohr forberedte en udførlig publikation om komplementaritetsbegrebet.

Hvor nøje fortolkningen ved komplementaritetsbegrebet stemte overens med Bohrs gamle filosofiske ideer, blev mig især klart ved en episode, som, hvis jeg husker ret, fandt sted på en sejltur fra København til Svendborg på Fyn. Bohr ejede dengang sammen med en kollega og ven en sejlbåd, hvis kaptajn var den dygtige og som menneske meget indtagende kemiker Bjerrum. Den fremragende kirurg Chievitz sørgede for morskaben selv i stormfuldt vejr, og de andre venner bidrog hver på sin måde til denne lykkelige og ubesværede tilværelse. Bohr var opfyldt af den nye fortolkning af kvanteteorien, og da båden uden megen hjælp fra vor side i solskin og for fulde sejl førte os mod syd, var der rig lejlighed til at fortælle om denne videnskabelige begivenhed og til filosofiske betragtninger over atomteoriens væsen. Bohr begyndte at tale om vanskelighederne ved sproget, om alle vore udtryksmidlers begrænsning, som man fra første færd må tage med i købet, hvis man overhovedet vil drive videnskab, og han forklarede, hvor tilfredsstillende det var, at denne begrænsning allerede var kommet til udtryk i atomteoriens grundlag på en matematisk gennemskuelig måde. Til slut bemærkede en af vennerne tørt: »Men Niels, det er dog virkelig ikke nyt, det har du allerede fortalt os nøjagtigt sådan for ti år siden.«

Solvay-konferencen i Brüssel i efteråret 1927 dannede afslutningen på denne eventyrlige epoke i atomteoriens historie. Her samledes Planck, Einstein, Lorentz, Bohr, de Broglie, Born og Schrödinger, og fra den yngre generation Kramers, Pauli og Dirac, og diskussionen tilspidsedes snart til

en duel mellem Einstein og Bohr angående spørgsmålet om, hvorvidt kvanteteorien i dens nuværende form ville kunne betragtes som en endelig løsning af de gennem flere årtier diskuterede vanskeligheder. Vi mødtes for det meste allerede ved morgenbordet på hotellet, og Einstein begyndte så at beskrive et tankeeksperiment, hvorved efter hans mening den indre modstrid i københavner-interpretationen tydeligt trådte frem. Einstein, Bohr og jeg gik så sammen fra hotellet til kongresbygningen, og jeg lyttede til den livlige diskussion mellem de to mennesker, der adskilte sig så dybt i deres filosofiske indstilling, og indflettede af og til en bemærkning om strukturen af den matematiske formalisme. Under mødet og især i pauserne forsøgte vi yngre, især Pauli og jeg, at analysere Einsteins eksperiment, og ved middagstid fortsattes diskussionerne mellem Bohr og de andre københavnere. For det meste havde Bohr den fuldstændige analyse af tankeeksperimentet færdigt sent på eftermiddagen og viste den til Einstein ved aftensbordet. Rent sagligt kunne Einstein ganske vist ikke indvende noget mod analysen, men i sit hjerte var han ikke overbevist. Bohrs hollandske ven Ehrenfest, der også var en så nær ven af Einstein, sagde til ham: »Jeg skammer mig over dig, Einstein. Du stiller dig her ganske på samme måde som modstanderne af relativitetsteorien med deres forgæves forsøg på at tilbagevise din relativitetsteori.« Disse diskussioner fortsattes endda ved det næste Solvay-møde i 1930, og det var sandsynligvis ved den lejlighed, at Einstein ved morgenmaden foreslog det berømte eksperiment (der er diskuteret i Bohrs artikel til Einsteins 70 års fødselsdag), hvori lyskvantets farve søges bestemt ved vejning af lyskilden før og efter kvantets udsendelse. Da tyngdekraften her var bragt ind i billedet, måtte man inddrage gravitationsteorien, altså den almene relativitetsteori, i analysen. Det var en særlig triumf, at Bohr om aftenen netop ved benyttelse af Einsteins formler fra den almene relativitetsteori kunne vise, at ubestemthedsrelationerne holder stik også i dette eksperiment, og at Einsteins indvendinger altså var uberettigede. Dermed syntes også københavner-fortolkningen af kvanteteorien fra nu af at stå fast.

Sent på efteråret 1927 måtte jeg forlade København, da jeg havde taget imod et professorat ved universitetet i Leipzig. Jeg vendte dog næsten hvert år tilbage til København i nogle uger og talte med Bohr om de problemer, der optog os begge, men det snævre samarbejdes tid, der havde være fyldt til randen med spændende, videnskabelige fremskridt, og hvor jeg lærte så uendelig meget af Bohr, var dermed desværre forbi.

Erindringer fra årene 1929-1931

Af Hendrik B. G. Casimir

I foråret 1929 rejste jeg sammen med Ehrenfest til en konference på Bohrs institut. For mig, der dengang kun var en ung student, var det en stor oplevelse. Jeg havde aldrig før deltaget i et sådant møde, og jeg havde heller ikke rejst meget. Jeg husker mange enkeltheder fra rejsen: toget gennem Tyskland og Ehrenfests vittige kommentarer til mange ting, det lille hotel i Hamborg, hvor vi overnattede, den gode, gamle Gedser-Warnemünde færge – det havde været en streng vinter, og der drev endnu is omkring – de første indtryk af en ny by og et nyt sprog. Men blandt alle disse minder træder en bemærkning, Ehrenfest kom med, særlig frem. Et eller andet sted mellem Hamborg og Warnemünde sagde han: »Jetzt wirst du Niels Bohr kennen lernen und im Leben eines jungen Physikers is das das wichtigste Ereignis« (Nu skal du lære Niels Bohr at kende, og det er den vigtigste begivenhed i en ung fysikers liv).

Senere har jeg i højere og højere grad måttet erkende, hvor sandt dette var, og jeg ved, at dette ikke kun gælder for mig, men også for mange andre. De spredte erindringer og de små anekdoter, som jeg vil fortælle her, vil i sig selv måske synes banale og ubetydelige; alligevel er de vigtige for mig, fordi de er del af ét stort indtryk, der har beriget mit liv.

Jeg havde regnet med at tilbringe to eller tre uger i København, men jeg blev der i flere måneder og vendte tilbage igen i september for at blive endnu længere. Min far, der ikke kendte ret meget til fysikkens verden, har måske haft sine tvivl om, hvorvidt den mand, jeg arbejdede hos, virkelig var så berømt, som jeg sagde. Han adresserede derfor et af sine første breve til mig: Casimir, c/o Niels Bohr, Danmark. Brevet ankom naturligvis uden forsinkelse. Postvæsenet havde ikke engang gjort sig den ulejlighed at tilføje en adresse, men havde nøjedes med at kradsse et Ø ned på konvolutten. Efter dette tror jeg, at mine forældre var mere overbevist om, at jeg var i gode hænder. De blev det i endnu højere grad, da de traf fru Bohr.

Årene fra 1929 til 1931, hvor jeg var i København det meste af tiden,

var på en måde en overgangsperiode. Kvantemekanikken var udviklet til nogenlunde fuldkommenhed, og de grundlæggende principper for dens fortolkning var klarlagt. Men dens store indflydelse på kernefysikken og dens udvikling til en feltteori lå endnu forude. Det arbejde, der foregik, drejede sig fortrinsvis om anvendelser af kvantemekanikken – f. eks. på faststoffysik, den kemiske binding osv. – og om udviklingen af den matematiske teknik, snarere end om fundamentalt nye ideer. Bohr var ikke synderlig interesseret i matematisk teknik. Jeg arbejdede en del med den asymmetriske top og blev interesseret i forskellige sider af teorien for kontinuerte grupper. »Hvordan står det til med det her rotationsvæsen«, spurgte Bohr af og til, men snarere af venlighed end af videnskabelig interesse. Hvor det drejede sig om anvendelser, holdt Bohr af at vende tilbage til de problemer, han havde behandlet i sin vidunderlige doktordisputats, og lige til sin død var han fængslet af supraleddning, men herudover var der i København ikke nogen stor aktivitet på faststoffysikkens område. Bohr beskæftigede sig heller ikke meget med kernefysik endnu – det skulle komme senere. I mellemtiden ydede han Gamow stor opmuntring og hjælp. Den indflydelse, som Gamows ideer fik, for eksempel på Cockcroft og Waltons tidlige forsøg, skyldtes for en stor del Bohrs støtte.

Bohr selv var på den tid hovedsagelig optaget af at forbedre og forfine sin analyse af kvanteteorien grundlæggende principper, idet han foreløbig begrænsede sig til forholdsvis simple tilfælde (den meget komplicerede analyse af strålingsfelter kom senere, da Rosenfeld var i København). Medens Bohr grundede over de filosofiske problemer i naturbeskrivelsen, udviklede han til stadig større fuldkommenhed den kunst at opnå kvalitative eller halvkvantitative resultater uden detaljerede regninger. Denne form for analyse, som delvis var baseret på en forbløffende evne til at vurdere størrelsesordenen af forskellige effekter, var karakteristisk for hele hans arbejde. I denne henseende stod han eksperimentalfysikken langt nærmere, end de mere formelle teoretikere gjorde. Lad mig give et eksempel. Hvis vi efter klassiske retningslinier beregner strålingsdæmpningen i en atombane, viser den sig at være en lille størrelse. Derfor har det mening som et første skridt at udvikle kvantemekanikken uden på samme tid at udvikle kvanteelektrodynamikken. Denne tanke kommer til udtryk i hans første afhandlinger om atomernes struktur, og den vender atter og atter tilbage.

Da Gamow senere udgav sine historier om Mr. Tompkins i Drømme-

land, irriterede de Bohr mere end de morede ham. For ham var det indlysende, at selve livets betingelser, vor hele måde at tænke på, vor hele situation i verden hænger sammen med de fysiske konstanter indbyrdes størrelsesforhold. At spille bold med sådanne størrelser efter forgodtbefindende – hvilket er ideen i Tompkins-historierne – forekom ham snarere dumt end morsomt.

Bohr spekulerede meget over elektronens spin og Diracs teori. Jeg følte mig aldrig helt glad ved Bohrs påstand om, at spinnets ikke kan bestemmes ved forsøg, der kan analyseres klassisk, skønt det altid lykkedes ham at påvise fejlslutningerne ved alle de forsøgsopstillinger, man foreslog. Han prøvede også at nærme sig paradokset med de negative energier i Diracs teori gennem en analyse af grænserne for måling og iagttagelse, og i begyndelsen var han ikke altfor positiv i sin indstilling til Diracs teori om elektroner og huller.

Jeg nævnedes Gamow. Han var på Instituttet og var i færd med at skrive sin bog om kernefysik. Et af hovedproblemerne i denne tid, før neutronen kom ind i billedet, var »hvad med elektronerne«, for det var indlysende, at på grundlag af Diracs teori ville det være umuligt at indeslutte en elektron i en atomkerne. Gamow havde derfor bestilt et særligt gummistempel med et dødningehoved og to korslagte knogler, hvormed han i sit manuskript mærkede alle passager, som omhandlede betaspektre og elektroner i atomkerner. Cambridge University Press erstattede senere stemplet med en gemen stjerne.

I forbindelse med dette stod til en vis grad Bohrs interesse for loven om energiens bevarelse, som han en gang tidligere – sammen med Kramers og Slater – havde draget i tvivl, og som han atter begyndte at tvivle på på grund af de kontinuerte betaspektre. En dag kom der et brev fra Pauli, og Bohr, som var ude af stand til at bestemme sig til, hvad han skulle sige til de ideer, der var fremsat i det, bad fru Bohr om at skrive et pænt brev til Pauli og sige, at »Niels skriver mandag«. En tre-fire uger senere kom der et nyt brev fra Pauli, denne gang adresseret til fru Bohr. Det var meget klogt, skrev Pauli, at hun ikke havde omtalt *hvilken* mandag, det var, Bohr ville skrive. »Er soll sich aber keineswegs an Montag gebunden fühlen. Ein Brief an irgendeinem anderen Tag geschrieben wäre mir genau so lieb« (Han skal imidlertid på ingen måde føle sig bundet til mandag. Et brev, der er skrevet på en hvilken som helst anden dag, vil være mig lige så kært). Så vidt jeg ved, indeholdt dette brev fra Pauli, som Bohr var så

sen til at besvare, ideen om at redde sætningen om energiens bevarelse i beta-henfald ved indførelse af en neutrino.

Diskussionerne med Bohr spændte over en lang række emner, både uden for og inden for fysikken. Jeg husker for eksempel, hvorledes vi engang talte om det berømte ensrettede, optiske system, som Rayleigh havde fundet på i 1885, og diskuterede, hvorfor dette ikke strider mod termodynamikkens anden hovedsætning. Bohr var for resten en stor beundrer af Rayleighs arbejder, i særdeleshed hans arbejde over optiske instrumenters opløsningsevne. Den ovennævnte forsøgsanordning virker som følger: to nicol-prismer anbringes, så de danner en vinkel på 45 grader, og mellem dem er der et stof i et magnetfelt, der går parallelt med lysstrålen, og som udviser en Faraday-drejning på 45 grader. Det lys, der går i den ene retning, vil gå lige igennem, medens lys, der går i den modsatte retning, vil blive absorberet. For at forklare geometrien anbragte man på bordene bøger i passende vinkler, og Bohr, som brugte sin fyldepen til at angive polarisations-vektoren, gik frem og tilbage mellem disse »nicol-prismer«. Da jeg senere beskæftigede mig en del med mikrobølger, fik jeg lejlighed til at mindes denne episode. Hogan, som dengang var på Bell Laboratoriet, udførte netop dette forsøg med mikrobølger og ferritter, og jeg skammede mig over, at det ikke var faldet mig ind at benytte mig af Bohrs anskuelsesundervisning.

Medens Gamow og Landau var på Institutet, gik vi tre ofte i biografen sammen, og vi havde en afgjort forkærlighed for dårlige film. Undertiden fik vi lokket Bohr med til en eller anden cowboy- eller gansterfilm, vi havde bestemt os til at se. Hans kommentarer var altid bemærkelsesværdige, fordi han plejede at anvende nogle af sine ideer om iagttagelse og måling, når han kritiserede filmen. Da vi engang havde været til en helt igennem fjollet Tom Mix-film, lød hans dom omtrent som følger: »Jeg brød mig ikke om den film, den var for usandsynlig. At skurken løber af med den smukke pige er logisk, det sker altid; at broen bryder sammen under deres vogn er usandsynligt, men jeg er villig til at godtage det. At heltinden bliver ved at svæve i luften over afgrunden, er endnu mere usandsynligt, men også det vil jeg gå med til. Jeg er endog villig til at acceptere, at Tom Mix kommer ridende forbi i samme nu, men at der i selv samme øjeblik også skulle være en person med et filmsapparat, som optager hele historien, det er mere, end jeg er villig til at tro på«.

Endelig husker jeg også Bohrs berømte teori om fordelingen ved at skyde i

selvforsvar fremfor at trække først, idet det kræver mere tid at træffe en beslutning af egen fri vilje end at reagere rent mekanisk. Jeg beskrev denne episode i et digt, som jeg bidrog med til »Journal of Jocular Physics« i 1935, en uofficiel publikation i anledning af Bohrs 50-års fødselsdag.

Wir baten mal Bohr ins Kino zu geh'n
Um dort »Den Sorte Rytter« zu seh'n.
Im Cowboy-Film schießt man viel
Und immer trifft der Held sein Ziel.
Betroffen der Bohr aus dem Kino kam
Und zu dieser Tatsache Stellung nahm.
Er schafft sofort eine Theorie,
Die uns erklärt warum und wie
Man in einem Lande, wo jedermann
Pistole trägt, dennoch leben kann.
Sind Seele und Gewissen rein,
So soll man gar nicht ängstlich sein,
Will ein Bösewicht den Revolver ziehn,
So zieht man und erschießt man ihn.
Ihm nimmt das Denken sehr viel Zeit,
Er ist nicht schnell zum Schuss bereit.
Jedoch, das simple Reagieren
Lässt Einen keine Zeit verlieren.
Man schießt mit Leichtigkeit und Schnelle,
Tot bleibt der Schurke auf der Stelle.
Wir naseweisen jungen Knaben
Den Bohrschen Satz bestritten haben,
Dass Einem so die Tugend nützt
Und die Natur die Unschuld schützt.
Und wir beschlossen zum »Strøget« zu gehn
Um dort zwei Pistolen und Blei zu erstehn.
Eine haben wir dem Bohr gegeben,
Der sollte schießen für sein Leben,
Der Bohr blieb aber unverdrossen
Und hat uns restlos abgeschossen.
Und die Moral von der Geschicht:
Bezweifle Bohrsche Weisheit nicht.

Dette er, som jeg sagde i begyndelsen, fordringsløse minder. Men moralen i historien, at man ikke skal drage Bohrs visdom i tvivl, gælder for vigtigere ting end skyderi mellem revolvermænd i en cowboyfilm.

Komplementaritetssynspunktet konsolideres og udbygges

Af Léon Rosenfeld

Året 1929 betød et vendepunkt i kvanteteoriens udvikling: Det markerer enden på den heroiske periode, hvori såvel den matematiske formalisme som de grundlæggende fysiske ideer, der tilsammen udgør kvantemekanikken for atomare systemer, blev skabt, og det betegner indledningen til nye bestræbelser af ikke mindre storslået rækkevidde, nemlig forsøget på at løse de langt vanskeligere problemer vedrørende de elektromagnetiske kræfter og de andre byggestene for den materielle verden, som efterhånden blev opdaget. Efter Diracs berømte afhandling om teorien for elektronen var det det almindelige indtryk, at alle de fundamentale træk i atomfysikken var blevet smukt indarbejdet i den nye begrebsbygning. De to andre pionerer i atomernes verden, Heisenberg og Pauli, vendte sig med karakteristisk iver mod den største opgave, der stod tilbage, nemlig at udstrække anvendelsen af de nye kvantiseringemetoder til det elektromagnetiske felt, og overlod til mindre ånder at afpudse detaljer inden for den bestående atomteori. For den, der ikke selv har oplevet det, vil det være svært at forestille sig den begejstring, for ikke at sige det overmod, der fyldte os i hine dage. Jeg skal aldrig glemme, hvordan en af mine venner (der nu er en ledende skikkelse inden for fysikken) rammende udtrykte sit syn på vore fremtidsudsigter: »I løbet af nogle år«, sagde han, »har vi bragt elektrodynamikken i orden. Derefter behøver vi endnu nogle år til atomkernerne, og så er fysikken afsluttet. Så kan vi gå i gang med biologien.«

Det faldt naturligvis ikke Bohr ind, at fysikken snart ville være »afsluttet«. Tværtimod så han endnu så mange spørgsmål inden for kvantemekanikken, der stadig ventede på en opklaring, at han i begyndelsen var tilbøjelig til at tvivle om betimeligheden af at forfølge de undersøgelser af kvanteelektrodynamikken, som var blevet indledt af Heisenberg og Pauli. Enhver teori, der ikke var solidt forankret i et eller andet konkret stykke virkelighed, var genstand for hans dybeste mistillid, og de vanskeligheder, som man var stødt på under forsøgene på at udstrække kvanteteorien til elektrodynamikken, forekom ham at ligge i den grad fjernt fra enhver kendt fysisk situation, at

det ikke var let at overtale ham til at tage dem alvorligt. Han plejede at drille mig ved at henlede min opmærksomhed på en eller anden simpel proces, hvori der indgik elektromagnetisk stråling, for derpå – med den elskeligste stemme, men med et maliciøst glimt i øjet – at spørge, hvorledes jeg mon ville behandle dette tilfælde med kvanteelektrodynamikkens lærde metoder. Svaret kom sædvanligvis først efter megen famlen og så skrækkeligt indviklet ud. Det var netop, hvad han ventede, og han benyttede lejligheden til at indskærpe mig faren ved at ekstrapolere formelle metoder ud over det erfaringsområde, for hvis beskrivelse de var blevet udviklet, og nødvendigheden af at søge et fast grundlag for vore højtravende abstraktioner i et eller andet konkret fænomen, som var umiddelbart tilgængeligt for iagttagelse.

Han følte, at tilvejebringelsen af et sådant fast grundlag endnu ikke var fuldendt inden for kvantemekanikken, til trods for det betydelige fremskridt, der i denne henseende var nået gennem Heisenbergs analyse af ubestemt-hedsrelationerne for mekaniske størrelser. Bohrs bestræbelser i de følgende år – lige til han i 1936 vendte sig mod kernefysikkens hastigt voksende område – koncentrerede sig jo netop om den opgave at uddybe og befæste det begrebsmæssige grundlag for kvanteteorien. Han ledtes endog til at udstrække denne undersøgelse til netop den udvikling af elektrodynamikken, til hvis holdbarhed han havde stillet sig så tvivlende, men som skulle ende med at frembyde det mest lærerige eksempel til efterprøvning af hans metoders styrke og forfinelse af formuleringen af hans synspunkter. Dette arbejde, hvis karakter er uden forhistorie i fysikken, betød i virkeligheden skabelsen af et helt nyt område inden for den fysiske videnskab, og Bohr måtte først finde ud af, hvilke spørgsmål, der var de rette at stille, og derefter udvikle metoder til at undersøge disse problemer og en egnet terminologi, i hvilken svarene kunne formuleres. Det nye i den situation, hvori fysikerne befandt sig, var, at de var stillet over for erkendelsesteoretiske problemer, der var af langt dybere natur end noget, de hidtil var stødt på. Det princip, der syntes rokket, var den traditionelle opfattelse af årsagsloven i fysikken, idealbilledet af universet, hvis udvikling var fastlagt af altomfattende love, og dermed også den hele rationelle metode til analyse af fænomenerne, som altid havde været videnskabens ufejlbarlige ledetråd. Det var imidlertid netop den urokkelige tillid til denne metode, som var kilden til Bohrs styrke i dette kritiske øjeblik. I modsætning til flertallet af fysikere, som viste sig ganske uforberedt på en sådan krise, var Bohr fuldstændig ube-

rørt af tidens filosofiske systemer, fordi han klart så, at det fundamentale punkt var den éntydige meddelelse af erfaringer; et problem, som det er lige så håbløst at ville løse ved – uden hensyntagen til de betingelser, hvorunder iagttagelserne er gjort – at ville tvinge beskrivelsen af de vundne erfaringer ind i en på forhånd udtænkt logisk ramme, ligesom i en spændetrøje, som ved påberåbelse af en eller anden form for mysticisme, idet jo den rent subjektive karakter af en såkaldt irrationel opfattelse af erfaringer gør den uegnet til utvetydig meddelelse.

Kun fordi Bohr angreb dette problem med en så enestående fordomsfrihed, lykkedes det ham at løse det så fuldstændigt. Han blev belønnet med forståelsen af, at komplementaritetssynspunktet som en generalisation af den traditionelle form for kausalitet kunne finde frugtbar anvendelse langt uden for atomfysikken, at det, som han måtte vente, var af universel betydning. Efterhånden som hans indsigt i komplementaritetens rolle i fysikken uddybedes i løbet af disse frugtbare år, blev han i stand til at påpege situationer inden for psykologi og biologi, som også frembød komplementære træk, og omvendt kastede diskussionen af sådanne erkendelsesteoretiske analogier nyt lys over de uvante problemer i fysikken.

Det vil ikke være muligt at finde noget systematisk fremskridt i denne uhyre omfattende og indviklede undersøgelse. Det var typisk for Bohrs måde at nærme sig problemerne på, at han – ligesom Goethe – villigt gav efter for »die Forderung des Tages«, dagens krav. Han sad ingen opfordring af betydning overhørig. Selv midt i en krævende overvejelse ville han forlade det arbejde, han var i gang med, for med samme energi at kaste sig over en ny opgave, hvis han følte at dens løsning ville føre til opklaring af et tvivlsomt punkt. Opfordringen kunne indfinde sig i skikkelse af en indbydelse til at give en forelæsning ved en eller anden festlig lejlighed – eller i form af en påmindelse om at levere den lovede skriftlige version af en allerede holdt forelæsning. Det kunne også hælde, at en bemærkning i et brev, i en samtale eller i et kollokvium, sommetider ganske uventet, ville sætte en tankerække i gang hos ham, hvis slutresultat var lige så vanskeligt at forudsige som dens begyndelse.

Bohrs tænke måde var væsentlig dialektisk snarere end reflekterende. Selvom han naturligvis, især i søvnløse nætter, tilbragte mange timer med ensomme overvejelser, behøvede han dog en tilskyndelse i form af en dialog til at sætte tankerne i gang. Hvis der var én ved hånden, der ville ytre tvivl, kunne dialogen udvikle sig meget livligt, for så snart Bohr så vejen til sagens

opklaring, fastholdt han sin pointe med grænseløs iver og vedholdenhed – slet ikke for at overvinde opponenterne, men for at få ham til at deltage i hans egen glæde over at have løst vanskelighederne. Skabelsesprocessen krævede altså af Bohr ikke alene den yderste koncentration, men medførte tillige en egen følelsesmæssig spænding, der farvede hans hele filosofi. For ham lod udforskningen af naturen sig aldrig løsrive fra dens menneskelige konsekvenser, ingen forståelse af naturens lovmæssigheder var fuldkommen uden en nøje afstemt formulering og meddelelse, og opdagelsesfærden var et møde mellem naturen og det menneskelige intellekt, som han oplevede med dramatisk intensitet.

Bohr følte undersøgelsens spænding og glæden ved dens fuldendelse så intenst, at han ønskede at alle omkring ham skulle dele dem. Selv efter mange års forløb huskede han i enhver detalje argumenternes fremadskriden, og han kunne fortælle historien igen og igen med samme livfuldhed og friskhed. Det var karakteristisk for disse uforglemmelige samtaler, der tydeligt illustrerede det væsentligt dialektiske i hans måde at tænke på, at han aldrig prøvede at tegne noget endeligt billede, men tålmodigt gennemgik alle faser af problemets udvikling med udgangspunkt i et tilsyneladende paradoks for gradvis at nå til dets opklaring, og han betragtede aldrig de opnåede resultater på anden måde end som udgangspunkter for videre undersøgelse. Når han overvejede mulighederne i undersøgelser i en eller anden retning, så han bort fra alle de sædvanlige hensyn til simpelhed, elegance, ja endog den logiske modsigelsesfrihed, idet han bemærkede, at sådanne ting kun kan bedømmes rigtigt bagefter: »Jeg kan ikke forstå,« plejede han at sige, »hvad man kan mene med at kalde en teori smuk, hvis den ikke er rigtig.« Hvad han derimod ville tillægge stor vægt i diskussionen af den fremsatte hypotese var, hvorvidt man kunne argumentere for den på grundlag af det, man allerede vidste. For Bohr var logisk analyse således ikke en blot verifikation af modsigelsesfrihed (som han betragtede som trivial), men et virkningsfuldt, konstruktivt redskab, som kunne dreje det søgende intellekt ind på det rette spor.

At Bohr fandt logikkens praktiske formåen i dens dialektiske karakter illustreres af den slående kommentar som han ved mere end én lejlighed knyttede til sit eget første indtryk af en videnskabelig opdagelse: »Det afgørende punkt i Rutherford's atommodel var, at den gjorde det helt klart, at atomernes stabilitet ikke kunne forklares på grundlag af den klassiske fysik, og dermed pegede på kvantepostulatet som den eneste mulige udvej fra det akutte

Niels Bohr var en passioneret piberyger og brugte et utal tændstikker til at holde ild i piben. Han benyttede derfor også helst store tændstikæsker





På rejse i Kina i 1937. På det
øverste billede ægteparret Bohr
med den kinesiske fysiker Wu i
det gamle kejserpalads i Peking.
Nederst: Ved en dam i Hang-
chow

dilemma. Det var netop skarpheden i uoverensstemmelsen, der gav mig absolut tillid til kvantepostulatets rigtighed«. Han havde endnu denne belæring i tankerne, da han i en af de sidste samtaler påpegede, at grunden til, at der ingen virkelige fremskridt var sket i teorien for de fundamentale partiklers opførsel ved meget høje energier var, at man endnu ikke blandt disse processer var stødt på nogen, som i tilstrækkelig grad stred mod, hvad man skulle vente på grundlag af vore nuværende ideer, og som derved var i stand til at give en klar og utvetydig antydning af, hvorledes disse ideer måtte modificeres.

Det var denne Bohrs drift til at søge efter de dybere logiske sammenhænge i de problemer, som kom for dagen ved analysen af fysiske fænomener, der sammen med hans forunderlige intuition for disse problemers væsentlige træk og hans overlegne evne til med ét blik at gennemskue deres videste konsekvenser, betingede hans enestående stilling blandt fysikerne. Han var sig sine evner fuldstændig bevidst, men hans dybe menneskelighed, hans stadige opmærksomhed derpå, at videnskabelige sandheder er et fælles gode og søgen efter dem en fælles bestræbelse, frelste ham fra den brist, der er så almindelig hos store mænd: at lukke sig inde med deres eget billede af verden uden vilje eller evne til at forstå andre synspunkter. Tværtimod var Bohr altid overmåde ivrig efter at »lære« (som han med uskrømtet beskedenhed udtrykte sig) af andres ideer. Han overvejede omhyggeligt ethvert forslag, og han fremløkkede vedholdende kritiske bemærkninger om sine egne standpunkter. I særdeleshed værdsatte han sin gamle ven Ehrenfests mening, den store kritiker fra den svindende klassiske tidsalder, såvel som ideer fremsat af de pionerer og bannerførere for den nye tid, som indtil fornylig havde været hans elever og medarbejdere: Kramers, Klein, Heisenberg, Pauli, Dirac. Men han overvejede med samme samvittighedsfulde omhu de beskedne iagttagelser, som fremsattes af hans yngre og meget mindre erfarne hjælpere i disse år: Casimir og mig selv.

Den, der i den hele gruppe stod Bohr nærmest, var utvivlsomt Pauli, selvom Heisenberg naturligvis også var i den nøjeste videnskabelige og personlige kontakt med ham. En vidunderlig forening af dybsindig intuition og formel virtuositet inspirerede Heisenberg til strålende og brillante ideer. Pauli brillerede ikke. Han lagde ganske som Bohr eftertrykket (sommestider tungt) på den logiske side af problemerne, og hans indsats var snarere frugten af en gennemtrængende kritik end af fantasi. Således var de træk i atomernes spektre, som direkte afhænger af atomernes elektronstruktur, med

stort skarpsind blevet analyseret af Stoner, der endog rigtigt havde formuleret den regel, hvorefter denne struktur varierer fra atom til atom; men at erkende denne regel som udtryk for det generelle »udelukkelsesprincip« med universel gyldighed krævede imidlertid Paulis sans for den dybere harmoni i atomteorien. Som Ehrenfest engang udtrykte det: Han havde »med fin næse lugtet sig frem til det« (»mit feiner Nase herausgerochen«). Det var da intet under, at Bohrs klarlæggelse af de komplementære træk i kvanteteorien fandt fuld genklang i Paulis sind; og da Pauli forstod, at hans egne kritiske evner ikke rakte ned til disse dybder, var hans tilegnelse af Bohrs ideer parret med en følelse af taknemmelighed og næsten sønlig hengivenhed.

Bohr havde på sin side den største respekt for Paulis kritik. Denne var sædvanligvis udtrykt i spøgende form med den blanding af underfundigt vid og uhæmmet sarkasme, for hvilken Pauli var berømt. Bohr morede sig over vittighederne og lod sig ikke imponere af sarkasmen, men han tog ideerne der lå bag skæmtten meget alvorligt. Et brev fra Pauli var en virkelig begivenhed. Bohr ville tage det med sig, hvor end dagens pligter kaldte ham hen, og ikke forsømmen nogen lejlighed til at kigge i det igen eller vise det til nogen, der var interesseret i det problem, der var under debat. Under påskud af at lave udkast til et svar, kunne han i dagevis i træk holde en tænkt dialog gående med den fraværende ven, næsten lige så livligt som om han virkelig havde siddet der og lyttet med sit sardoniske smil. Jeg gik som sædvanlig til hånde i min rolle som hjælper med at udforme de mere matematiske betragtninger og iøvrigt ved at tilkendegive ved tilslutning eller afvisning, om de bemærkninger, som Bohr tøvende foreslog, syntes mig at ramme det punkt, der var under diskussion, eller ikke.

Det var netop den måde, Bohr foretrak at arbejde på: at have én hos sig, over for hvem han følte sig fri til at tænke højt, og på hvem han bogstavelig talt kunne prøve formuleringen af sine tanker, efterprøve dens egnethed til at opfylde sin ene afgørende funktion: at formidle éntydig meddelelse. Ind imellem dikterede han et par sætninger, som håndgribeliggjorde argumenternes fremadskriden. De var snarest ment som en hjælp for medarbejderen, eftersom Bohrs egen utrolige hukommelse gjorde sådanne optegnelser overflødige for ham selv. Når det kom til stykket, ville han næppe nogensinde se på disse notater, men hellere påny udkaste sætningerne forfra, om og om igen, med udtømmelig tålmodighed og langsomt nærmende sig den omhyggeligt afbalancerede form, hvori han omsider ville anse dem for egnet til offentliggørelse.

På den måde svandt uge efter uge i møjsommeligt kamp for at ordne vore begreber i ydmyg lydighed mod de belæringer vi modtog fra naturen. For netop dette var Bohrs ideal i videnskaben, og ingen af dens dyrkere har nogensinde med mere hengivelse levet op til det. Tidens gang ville have været umærkelig, hvis det ikke havde været for de hyppige forstyrrelser i form af praktiske forpligtelser, som Bohr altid samvittighedsfuldt opfyldte. Men hver dag var en arbejdsdag og bragte sin opgave. Det kunne være en fortsættelse af gårsdagens arbejde, eller det kunne være en ny sag, som krævede opmærksomheden. De største anstrengelser var måske helliget diskussionen af det komplementære forhold, der hersker mellem visse fysiske størrelser som følge af eksistensen af virkningskvantet, og som gennem kvantiseringen kommer til udtryk i en begrænsning af den samtidige målelighed af sådanne størrelser. Men ved siden af disse i høj grad tekniske spørgsmål lagde Bohr et stort og hårdt arbejde i udforskningen af mulighederne for at udstrække anvendelsen af komplementaritetsbegrebet til andre kundskabsområder. Han betragtede ikke denne opgave som mindre væsentlig end sine rent fysiske undersøgelser, og han hentede ikke mindre tilfredsstillelse fra dens gradvise afklaring.

Komplementaritetsbegrebet melder sig så snart vi, for eksempel ved at reflektere over dagligdags psykiske erfaringer, stilles over for et valg mellem to standpunkter, som, omend de er indbyrdes modstridende, dog hver for sig kan retfærdiggøres. Således må vi i forbindelse med oplevelsen af et kunstværk vælge mellem at hengive os til de følelser, som det vækker til live i os, eller at analysere den sammensmeltning af nutidige og erindrede fornemmelser, som i hjernen associeres med den pågældende følelse. Her har vi to forskellige måder at nærme os det samme fænomen på, som begge er lige væsentlige for en fuld forståelse af fænomenets karakter, men som gensidigt udelukker hinanden. Sådanne situationer er naturligvis så almindelige, at det kan synes temmelig trivielt at understrege deres forekomst så højtideligt; men hvis vi går videre for at undersøge, hvorledes vi meddeler andre den følelse, vi har oplevet, eller resultatet af dens analyse, møder vi et virkeligt problem. Vi opdager nemlig, at vi kun har ét og det samme navn til rådighed til at kendetegne såvel den umiddelbart oplevede følelse som den ledsagende mangfoldighed af fornemmelser. De to komplementære sider er så intimt forbundet, at man med overlæg beskriver dem med det samme ord. Vi har her at gøre med en meget fundamental tvetydighed

i sproget, som dog i almindelighed er ret uskadelig i det daglige samkvem, men som ikke desto mindre kan narre uforsigtige filosoffer til for eksempel ganske uberettiget at overføre den umiddelbare følelse af viljens frihed til de fysiologiske processers domæne, der er komplementært hertil, og dermed nå til den forestilling, at der i disse processer må være tale om en særegen mangel på determinering.

Siden sin tidligste ungdom havde Bohr været optaget af dette problem om sprogets tvetydighed og havde med sikker intuition grebet dets væsentligt dialektiske karakter. Om denne hans tænke-mådes dialektiske orientering, der ikke var resultatet af nogen formel skoling, men frugten af dybt originale spekulationer, har vi et morsomt vidnesbyrd i den fortryllelse som den indtagende fortælling »En dansk Students Eventyr«, denne perle i dansk romantisk litteratur, mere end nogen lærd afhandling udøvede over hans tanker. Det er ikke for meget at sige, at licentiatens dilemma, som følge af at han har forvildet sig i selviagttagelsens labyrint, udgjorde den eneste praktiske belæring i Hegelsk logik, Bohr nogensinde modtog; han glemte den aldrig. Enhver, der kom i nærmere kontakt med Bohr på Institutet, stiftede, så snart han viste den fornødne kyndighed i det danske sprog, bekendtskab med den lille bog: det hørte med til hans indvielse. Bohr udpegede de scener, hvor licentiaten beskriver, hvorledes han ikke mere kan holde tal på sine mange jeg'er eller holder foredrag om umuligheden af at formulere en tanke, og fra disse spøgefulde antinomier ledte han så sin partner i samtalen – ad veje som Poul Martin Møller aldrig drømte om – til kernen i problemet om utvetydig meddelelse af erfaringer og understregede dermed dramatisk problemets alvor.

Havde vi imidlertid kun haft de psykiske oplevelser at støtte os til, ville det have været svært at nå nogen vegne med analysen af dette bemærkelsesværdige erkendelsesteoretiske problem. Det er derfor et held, at vi inden for atomfysikken er blevet tvunget til at være opmærksomme på et komplementaritetsforhold af meget simple karakter, for hvilket det var muligt at finde en langt mere præcis, nemlig en matematisk formulering. Af det ovenfor berettede fremgår det, at det ikke var noget tilfælde, at det var Bohr, der tog dette afgørende skridt fremad i erkendelsesteorien. Han havde allerede på et tidligt tidspunkt lejlighed til at konstatere, hvor relevante hans synspunkter vedrørende sprogets tvetydighed var endog inden for fysikkens område. Han så, at man i begrebet »lys« havde at gøre med en sådan tvetydighed, for så vidt som dette begreb omfattede egenskaber ved

fænomenerne – lysbølger og lyskvanter – der stod i et sådant gensidigt udelukkelsesforhold, som han senere gav navnet komplementaritet. Han var derfor vel forberedt til ud fra det samme synspunkt at analysere det dobbelte aspekt, under hvilket elektronen (såvel som alle andre fundamentale partikler) måtte betragtes. Heisenbergs opdagelse af ubestemthedsrelationerne mellem de størrelser, der fastlægger elektronens position i rum og tid, og dem, der karakteriserer dens dynamiske egenskaber, gav Bohr den afgørende nøgle til en nøjagtig analyse af dette særlige komplementaritetsforhold. Han førtes her til en stadig mere detaljeret og dybtgående undersøgelse af de betingelser, hvorunder vi definerer de grundlæggende begreber i fysikken og benytter dem ved beskrivelsen af vore erfaringer. Disse begreber, som for eksempel bølge og partikel, er tilpasset så nøjagtigt til vore vilkår for iagttagelse, at vi ikke kan undvære noget af dem. Når vi har at gøre med atomare systemer, viser det sig imidlertid, at deres anvendelse er underkastet den gensidige begrænsning, der er udtrykt i ubestemthedsrelationerne. Fysisk set er denne begrænsning en konsekvens af eksistensen af virkningskvantet, der sætter en grænse for mulighederne for underdeling af de atomare processer. Fra et erkendelsesteoretisk standpunkt har de komplementære forhold mellem forskellige begreber, der er en konsekvens af den gensidige begrænsning i deres gyldighed, sin rod i nødvendigheden af at sikre éntydig meddelelse. Således fremstod nu de pointer, der kun uklart anedes i analysen af psykiske oplevelser, i deres fulde skarphed.

Den mest betydningsfulde nye indsigt, som blev vundet gennem studiet af kvantemekanikkens grundlag, var den dybere forståelse af den iagttagelsesproces, hvorigennem vi erhverver vor viden om naturen. Det er væsentligt at forstå, at enhver iagttagelse indebærer en opdeling af den endnu udifferentierede strøm af begivenheder i to skarpt adskilte dele: iagttageren og det iagttagne system. Det er ved at lægge – eller rettere tænke sig lagt*)

*) Forskellen mellem et virkeligt forsøg og et tankeeksperiment, der så ofte indgår i fysiske betragtninger, kommer klart frem i følgende bemærkning af Maxwell: »Med en tænkt overflade mener man en overflade, der ikke har nogen fysisk eksistens, men som man kan forestille sig tilstedeværelsen af, uden at det ville have nogen indflydelse på de fysiske egenskaber af det materiale, som befinder sig i det pågældende rumområde. Således kan vi forestille os en mands hoved delt i to lige store dele af en lodret plan, og ved hjælp af denne tænkte flade kan vi give vor opfattelse af hans hovedfacon en mere præcis form, selvom ethvert forsøg på at erstatte den tænkte flade med en fysisk ville være strafbart.« (J. C. Maxwell, *An Elementary Treatise On Electricity*, Oxford 1881, p. 46).

– et sådant snit, at iagttageren indtager den stilling »uden for« det iagttagne system, som sætter ham i stand til at beskrive det iagttagne system »objektivt«, d. v. s. på samme måde som enhver anden iagttagere i hans sted. Sådanne snit kan lægges på mange måder – svarende til at man kan betragte den samme ting under mange forskellige synsvinkler – men begreberne, som er indrettet til at udtrykke resultaterne af iagttagelserne, er forbundet med iagttagernes standpunkt på en sådan måde, at det altid er muligt at gå fra ét standpunkt til et andet og dermed sikre fuld objektivitet. I fysikken, hvor man begrænser undersøgelserne til sider af erfaringerne, hvorfra alle manifestationer af livsprocesser er udelukket, er den eneste del af »iagttageren«, der kommer ind i billedet, i sig selv et fysisk system, et apparat, der registrerer signaler eller permanente spor, efterladt deri af det iagttagne system, og som en eller anden virkelig iagttagere (eller tilstrækkelig sammensat »hjerne«) kan undersøge og » aflæse « i ro og mag, når han måtte ønske det.

At et sådant program for objektiv beskrivelse af universet ikke er så fantastisk, som det lyder, bevises til overflod af den såkaldte klassiske fysiks triumftog. Ved at lægge vægt på den kvantitative side af fænomenerne, som er tilgængelig for matematikken, det mest udsøgt forfinede af alle sprog, har det været muligt at formulere lovmæssighederne i mekanikken, elektromagnetismen og gravitationen på en sådan måde, at kun det måleresultat, iagttagernes apparat viste, kom i betragtning, hvorimod dette apparats virkemåde og endog dets tilstedeværelse er helt elimineret fra beskrivelsen. Iagttageren er så effektivt »stillet udenfor«, at han fuldstændigt forsvinder ud af billedet. Det behøver næppe siges, at dette er en temmelig vidtgående idealisering af de virkelige forhold, men det er en idealisering, der fungerer vidunderlig godt. Men – og dette er kvanteteoriens afgørende belæring – den fungerer kun, når vi har at gøre med fænomener, hvori der indgår mange kvanter: store legemer, som består af mange atomer eller elektromagnetiske felter af lav frekvens indeholdende mange lyskvanter. Når vi derimod ønsker at beskrive de enkelte atomare processer, kan vi kun anvende de klassiske begreber på komplementær måde. Det er vigtigt at forstå, at denne komplementaritet ikke sætter nogen absolut grænse for anvendelsen af noget *enkelt* klassisk begreb. Vi kan jo slet ikke lade være at betragte de atomare processer på den klassiske måde; det er den eneste mulighed for at opnå en objektiv beskrivelse: Vi må iagttage disse processer med vore klassiske apparater, og her møder vi (i det mindste i princippet) absolut ingen be-

grænsning i den ideale nøjagtighed, hvormed vi kan måle hver *enkelt* størrelse, der karakteriserer processen. Men vekselvirkningen mellem det atomare system og apparatet kan, fordi den er »kvantiseret«, ikke ved en sådan måling kontrolleres under en vis grænse, der er bestemt af virkningskvantet, og denne omstændighed gør det umuligt nøjagtigt at bestemme andre størrelser, som refererer til samme proces. Dette er indholdet af Heisenbergs ubestemthedsrelationer, meningen med komplementariteten mellem forskellige måder at betragte den samme proces.

Som en direkte følge af denne situation er det nu absolut nødvendigt i definitionen af et hvilket som helst fænomen at specificere vilkårene for dets iagttagelse, arten af det apparat, der bestemmer den særlige side af det fænomen, vi ønsker at iagttage, og vi må være forberedt på, at forskellige iagttagelsesbetingelser kan være uforenelige med hinanden i det omfang, der er angivet ved relationer af den Heisenbergske art. I sådanne situationer taler man om komplementære sider af det atomare fænomen eller simpelthen om komplementære fænomener, idet man så i begrebet »fænomen« indbefatter opregningen af alle de omstændigheder, hvorunder systemet er iagttaget. Denne terminologi er også velegnet til at klargøre forholdet mellem komplementaritet og kausalitet. Den klassiske fysiks ubrudte kausale kæde af fænomener er strengt taget en illusion. Hvert fænomen udgør i virkeligheden en helhed, der afsluttes ved registreringen af permanente spor i måleapparatet, og dets sammenkædning med andre fænomener er langt mere vidtrækkende, end man forestillede sig i den klassiske fysik. De danner et indviklet netværk, hvorfra der i hvert punkt udgår ikke blot en enkelt udviklingslinie, men en hel række af muligheder, som hver især er tilordnet en bestemt sandsynlighed for at den skal forekomme. Den klassiske fysiks determinisme fremtræder blot som et specielt tilfælde af denne mere omfattende statistiske kausalitet. Den svarer til iagttagelsesomstændigheder, hvor vi ikke skelner mellem de mange beslægtede linier, der fører til næsten samme resultat, men blot taler om dem som et enkelt, bestemt begivenhedsforløb.

Dette er altså i grove omrids den nye erkendelsesteori, som gradvis voksede ud af Bohrs tålmodige og møjsommelige analyse af, hvad kvantemekanikken indebar. At han her havde at gøre med helt almindelige egenskaber ved menneskelig erkendelse, stod ham klart lige fra begyndelsen. Han var lykkelig over den lejlighed, som kvanteteorien gav ham til at udforme sine tidligere spekulationer over de komplementære træk ved psykiske op-

levelser, og han holdt meget af fra dette område at fremdrage illustrationer til de nye ideer. Således kunne han for at klargøre nødvendigheden af at skelne skarpt mellem iagttagelsesmidlerne og det iagttagne system anføre det kendte eksempel med en blind mands stok: Hvis man holder stokken fast i hånden, kan den bruges – som en slags forlængelse af denne – til at udforske omgivelserne ved berøring. Hvis man derimod holder den løst, bliver den selv til en genstand, hvis tilstedeværelse røbes for hånden gennem berøringssansen, og stokken mister derigennem sin funktion som et redskab for iagttagelse.

Med udviklingen af kvanteelektrodynamikken dukkede snart nye erkendelsesteoretiske problemer op. Medens det i kvantemekanikken drejede sig om kræfter, der virkede i bestemte punkter i rummet, nemlig på partikler, omhandlede teorien for elektromagnetismen kontinuerte rumlige kraftfordelinger i form af elektriske og magnetiske felter. Ifølge denne teori indebærer kvantiseringen af de elektriske og magnetiske felter, at middelværdien af disse felters intensitet i et vilkårligt rum-tids-område undergår fluktuationer, som til stadighed optræder fuldstændig tilfældigt. Landau og Peierls havde argumenteret for, at forekomsten af sådanne fluktuationer måtte betyde, at det var umuligt at bestemme feltintensiteter med ubegrænset nøjagtighed, og at begrebet et elektromagnetisk felt i virkeligheden var ganske meningsløst for så vidt angik beskrivelsen af kvanteprocesser. Teorien forudsagde yderligere eksistensen af gensidige ubestemthedsrelationer mellem forskellige middelintensiteter beregnet for forskellige rum-tids-områder af samme almindelige form som ubestemthedsrelationerne mellem mekaniske størrelser. Men hvis Landau og Peierls havde ret, ville man i elektrodynamikken have at gøre med en langt alvorligere begrænsning i brugen af klassiske begreber, og selvfølgelig fortjente en så vidtrækkende påstand den omhyggeligste undersøgelse.

Denne udfordring kunne ikke lade Bohr uberørt. Han kastede sig med liv og sjæl over problemet, og det tog ham (og mig, som hjalp ham med opgaven) mange måneders hårdt arbejde at løse det. Jeg må modstå fristelsen til at genopfriske alle faserne af denne undersøgelse, som stod på – ganske vist med hyppige afbrydelser – i omtrent to år (1931–33) og frembød en række dramatiske vendepunkter; det vil imidlertid føre os ind i for mange tekniske detaljer. Lad det være nok at nævne, at vi ikke fandt noget helt tilfredsstillende svar før under den allersidste rettelse af korrekturen, og så viste svaret sig at være noget af et antiklimaks. Middelværdien af feltinten-

siteterne i et vilkårligt rum-tids-område viste sig at være målelig med ubegrænset nøjagtighed, og rækkevidden af det klassiske feltbegreb er ikke underkastet nogen begrænsning. Langt fra at indebære nogen sådan begrænsning er fluktuationerne, der hidrører fra feltets kvantisering, nødvendige for teoriens fulde logiske modsigelsesfrihed, og det er i princippet muligt at eftervise deres tilstedeværelse ved passende målinger. Kun mellem feltintensiteter i forskellige rum-tids-områder gælder komplementaritetsrelationer, som det lykkedes os at analysere tilbunds ved en udvidelse af de metoder, Bohr havde udviklet inden for kvantemekanikken; en hård opgave, hvis løsning krævede hele Bohrs opfindsomhed.

Undersøgelsens fremadskriden (der på ingen måde var jævn) blev fulgt med intens interesse af både Heisenberg og Pauli, og deres reaktioner belyser ganske slående forskellen i deres temperament. Under et besøg i København modtog Heisenberg vore første konklusioner, som, må man indrømme, endnu var langt fra at være klare, med dyb skepsis. Han erklærede ligeud, at han ikke troede et eneste ord af mine udregninger og begyndte straks at gentage nogle af dem på tavlen. Det var morsomt, efterhånden som han gik frem, og de resultater, som jeg havde angivet, begyndte at dukke op, at iagttagelse det voksende udtryk af forbavselse, der tegnede sig på hans ansigt. Så snart han imidlertid havde grebet betydningen af det problem, som de mystiske feltfluktuationer gav anledning til, skiftede han fra lidenskabelig vantro til lidenskabelig begejstring. I løbet af få uger sendte han os to afhandlinger, der var inspireret af denne diskussion. Den ene (som aldrig blev offentliggjort) indeholdt et åndfuldt forsøg på at omgå de besværlige indre modsigelser, som kvanteelektrodynamikken lider under, ved udtrykkeligt – således som også vi i vor undersøgelse havde fundet det nødvendigt – at betragte middelværdien af feltintensiteter i endelige rum-tids-områder i stedet for deres størrelse i bestemte rum-tids-punkter. Den anden afhandling henlede for første gang opmærksomheden på forekomsten af de beslægtede fluktuationer, som middelværdien af den elektriske ladning og strøm i et rum-tids-område undergår. Det var for os et overordentlig værdifuldt vink, at det problem, vi stredes med, ikke indskrænkede sig til elektromagnetiske felter, men også eksisterede for de bølgefelter, der er forbundet med ladede partikler.

Paulis holdning var forsigtigere, men på sin vis lige så inspirerende. Han var tilbageholdende med at ytre nogen mening om det sandsynlige resultat af undersøgelserne, men han fremhævede bestandig betydningen af de pro-

blemer, der var under debat. Ingen forstod bedre end Pauli Alvoren i Bohrs bestræbelser, fordi han selv var så alvorligt optaget af de filosofiske og menneskelige problemer, der var den dybeste ledetråd for Bohr i hans søgen. Da han hørte om Heisenbergs beregninger af fluktuationerne i ladning og strøm, opmuntrede han os til at angribe også dette problem. Som han fuldstændig rigtigt påpegede, var Bohr den eneste, der mestrede de særlige metoder, som var nødvendige for en sådan analyse af ideale målinger. Endnu den dag i dag har ingen fysiker kunnet rose sig af blot at have nærmet sig Bohrs virtuositet i så henseende. Vi gav virkelig efter for Paulis formaninger, og selvom denne nye undersøgelse kom til at lide under mange afbrydelser og først var rede til offentliggørelse i 1952, tog det os ikke lang tid at fuldende en første oversigt over emnet, som førte os til konklusioner af lignende art som dem, vi havde kunnet drage i elektrodynamikken. Pauli modtog disse foreløbige resultater med udtryk for dyb tilfredsstillelse, der kun kølnedes ved den – som det skulle vise sig – berettigede frygt for, at arbejdets videre fremgang ville blive langsom. På sin sædvanlige sarkastiske måde tilføjede han: »Eftersom det er lykkedes for jer at offentliggøre afhandlingen om det elektromagnetiske felt, er det jo imidlertid blevet umuligt med sikkerhed at fastslå, at den anden afhandling aldrig vil blive offentliggjort«. Denne milde spot var naturligvis blot et dække over en sand og dyb følelse af taknemmelig beundring. Pauli fortalte også Bohr dengang, hvor umådelig meget analysen af måleligheden af de elektromagnetiske felter havde betydet for ham ved at uddybe hans forståelse af kvanteteorien og styrke hans tro på fastheden af dens grundlag.

Ingen form for tilslutning kunne værdsættes højere af fysikere, Bohr ikke undtaget, end Paulis velvillige nikken. Det var imidlertid ikke på alle, at Bohrs ideer gjorde et så stærkt indtryk. Kort efter fuldendelsen af vor afhandling om kvanteelektrodynamikken i 1933 havde jeg lejlighed til at holde et foredrag om dette emne i Bruxelles netop på den tid, da Einstein opholdt sig der, før han emigrerede til Princeton. Han overværede foredraget og fulgte med største opmærksomhed argumenterne. Han kom dog ikke med nogen kommentar til disse, men drejede straks diskussionen hen på det almindelige spørgsmål om meningen med kvanteteorien. Han nærrede ikke længere tvivl om logikken i Bohrs argumentation, men følte stadig den samme utilfredsstillelse (»Unbehagen« var det ord han brugte) ved at blive stillet over for teoriens fremmedartede konsekvenser. »Hvad ville De

sige om følgende situation?» spurgte han mig. »Lad os antage, at vi har to partikler, der bevæger sig mod hinanden med samme meget store impuls, og at de vekselvirker i en meget kort tid, medens de passerer forbi hinanden med kendte positioner. Tænk Dem nu en iagttager, som får fat på en af partiklerne langt borte fra vekselvirkningsområdet og måler dens impuls. Det er da klart, at de eksperimentelle betingelser vil sætte ham i stand til at slutte sig til impulsen af den anden partikel. Hvis han derimod vælger at bestemme stedet for den første partikel, vil han kunne slutte, hvor den anden partikel er. Alt dette er en fuldstændig korrekt og simpel anvendelse af kvantemekanikkens principper, men er resultatet ikke højst paradoksalt? Hvordan kan den anden partikels sluttelige tilstand påvirkes af en måling, der udføres på den første, efter at enhver fysisk vekselvirkning mellem partiklerne er ophørt?«

Jeg havde ikke ved den lejlighed det indtryk, at Einstein så andet i dette eksempel, hvor behændigt det end blev fremsat med et overbevisende skin af et paradoks, end en illustration af de uvante træk i kvantefænomenerne. To år senere tildelte han det imidlertid en langt mere fremtrædende rolle i en afhandling forfattet i fællesskab med Podolsky og Rosen. I forbindelse med et »virkelighedskriterium« anvendtes det nu med den hensigt at blotte en væsentlig ufuldkommenhed i kvanteteorien. Enhver egenskab ved systemet, som kan fastlægges nøjagtigt uden at systemet forstyrres, således lød argumentet, er et »element af den fysiske virkelighed«, og en beskrivelse af systemet kan kun anses for fuldstændig, hvis den indbefatter alle de elementer af virkeligheden, der kan tilskrives systemet. Nu viser eksemplet med de to partikler, at man kan lære stedet eller impulsen af en given partikel at kende ved passende målinger udført på en anden partikel uden at forstyrre den første, og at disse størrelser derfor i den ovennævnte forstand er elementer af virkeligheden. Eftersom kvanteteorien ikke tillader begge størrelser at indgå samtidigt i beskrivelsen af partiklens tilstand, vil en sådan beskrivelse altså være ufuldstændig. Det paradoks, som denne ufuldstændige beskrivelse frembyder ved at antyde en ukontrollabel indflydelse af målinger på partiklens tilstand, ville naturligvis ikke optræde i en fuldstændig teori.

Dette angreb kom som lyn fra en klar himmel. Dets virkning på Bohr var bemærkelsesværdig. Vi var på det tidspunkt midt i famlende forsøg på at udforske betydningen af fluktuationerne i ladnings- og strømfordelinger, hvilket stillede os over for gåder af en art, vi ikke var stødt på i elektro-

dynamikken. En ny bekymring kunne ikke indfinde sig på et mere ugunstigt tidspunkt. Næppe havde Bohr imidlertid hørt min beretning om Einsteins argumenter, før alt andet blev lagt til side: Vi måtte straks opklare en sådan misforståelse. Vi skulle svare ved at gennemgå det samme eksempel og vise den rigtige måde at tale om det. I stærk spænding begyndte Bohr straks at diktere mig et udkast til et sådant svar, men snart blev han tøvende: »Nej, det går ikke. Vi må prøve en gang til helt forfra . . . Vi må gøre det fuldstændig klart . . .« Således fortsatte vi i nogen tid med stigende undren over argumentets uventede spidsfindighed. Nu og da vendte han sig om mod mig: »Hvad *kan* de mene? Forstår *du* det? Nogle ikke særlig overbevisende forsøg på fortolkning fulgte. Vi var tydeligvis længere fra målet, end vi først havde troet. Endelig brød Bohr af med den kendte bemærkning, at han »måtte sove på det«. Næste morgen genoptog han straks dikteringen, og det slog mig, at der var sket en ændring i sætningernes klang; gårsdagens skarpe udtryk for uenighed var borte. Da jeg bemærkede til Bohr, at han nu syntes at anlægge et mildere syn på sagen, smilede han: »Det er blot et tegn på,« sagde han, »at vi begynder at forstå problemet.« Og virkelig, nu begyndte for alvor det egentlige arbejde. Dag efter dag, uge efter uge, blev hele argumentationen tålmodigt undersøgt ved hjælp af simple og lettere gennemskuelige eksempler. Einsteins problem blev omformet og dets løsning formuleret påny med en sådan præcision og klarhed, at svagheden i kritikernes ræsonnement blev indlysende, og deres hele argumentation, til trods for al dens falske åndrigheid, faldt i stumper og stykker. »De gør det fikst,« lød Bohrs kommentar, »men hvad det kommer an på, er at gøre det rigtigt.«

Gendrivelsen af Einsteins kritik følger ikke noget nyt element til komplementaritetsbegrebet, men den er af stor betydning derved, at den blotstiller et overmåde dybtgående modsætningsforhold mellem Bohrs almindelige filosofiske indstilling og de endnu udbredte tænkevaner, der tilhører et glørværdigt, men uigenkaldelig forbigangent stadium i videnskabens udvikling. Einstein plejede at sige, at »fysiske begreber er frit skabte frembringelser af intellektet«. Det »virkelighedskriterium«, som han foreslog i forbindelse med det problem, der var under debat, havde virkelig i høj grad denne karakter og viser sig at frembyde en slående illustration af de faldgruber, man udsætter sig for at falde i, ved en sådan vilkårlig begrebsdannelse. Til trods for kriteriets tilsyneladende klarhed rummer det i virkeligheden en væsentlig flertydighed skjult i det tilsyneladende harmløse forbehold »uden at for-

styrre systemet«. For at gennemskue denne flertydighed er det nødvendigt at give afkald på det uberettigede krav om at ville påtvinge naturen vore egne forudbefattede meninger om, hvad »elementer af virkeligheden« burde være, og, som Bohr formaner os til det, i al ydmyghed lade os lede af, hvad vi kan lære af naturen selv.

I tilfældet med de to partikler er det rigtigt, at en måling, der udføres på den første partikel, ikke forårsager nogen direkte fysisk forstyrrelse af den anden; men målingen påvirker på afgørende måde arten af verificerbare forudsigelser, vi vil være i stand til at gøre om denne anden partikel. Der er ikke noget paradoksalt i det; der er ikke tale om nogen mystisk »indgriben«, men om den dagligdags kendsgerning, at vore fornuftbegrundede forventninger med hensyn til forskellige mulige hændelser er betinget af arten og omfanget af vor viden om de omstændigheder, hvorunder disse hændelser finder sted. Med den sprogbrug, vi brugte før, definerer enhver måling, vi beslutter at gøre på den første partikel, et »fænomen« for sig svarende til det samme to-partikel-system iagttaget under forskellige vilkår og dermed svarende til forskellige muligheder for kontrol af den korrelation mellem de to partikler, der er opstået ved deres midlertidige vekselvirkning med hinanden. Man må først og fremmest gøre sig klart, at så længe vi ikke udfører nogen måling, har vi ingen som helst kontrol over denne korrelation; der er slet intet fænomen, hvorom vi overhovedet kan udtale os fornuftigt. Hvis vi virkelig ønsker, at systemet skal blive genstand for undersøgelse og meddelelse, må vi udføre en eller anden måling.

Hvis vi nu iagttager den første partikels sted, kan korrelationen mellem partiklernes sted bruges til at give os oplysning om, hvor den anden partikel er, men vi har ingen mulighed for at udnytte korrelationen mellem partiklernes impulser, fordi vi (som det er udtrykt i ubestemthedsrelationerne) har mistet kontrollen over den første partikels impuls ved at måle dens sted; dette er en følge af den i en sådan måling uundgåelige, ukendte impulsudveksling mellem partiklen og apparatet. Hvis vi iagttager impulsen af den første partikel, er det lige omvendt. Vi beholder kontrollen over impulskorrelationen, men mister den over stedkorrelationen. De to forskellige målinger definerer to komplementære fænomener, der aldrig kan forenes til en enkelt beskrivelse af det givne to-partikel-system. Ikke desto mindre kan man betragte de to fænomener samtidig, hvis man har at gøre med to identiske systemer bestående af sådanne partikelpar, der vekselvirker på nøjagtig samme måde. De to fænomener udtømmer så alle observationsmuligheder

for systemer af denne type og giver dermed så fuldstændig en beskrivelse af dem, som det overhovedet er foreneligt med naturlovene.

Når man indser, hvor fundamentalt et problem, det drejer sig om, forstår man lettere den tilstand af spænding, hvori Bohr fuldendte dette arbejde. At affatte svaret, at få det maskinskrevet, pudset af, maskinskrevet på ny og afsendt til trykning tog ikke mere end seks uger – en forbløffende fart, når man ved, hvor langsomt han ellers gik frem. Det var betagende at se ham således på højden af sine evner, hvorledes han med den yderste koncentration og ubøjelig kraft nåede frem til klarhed ved møjsommelig udforskning af hver enkelt detalje – som altid tro mod sin yndlingslinie af Schiller: »Nur die Fülle führt zur Klarheit«. Ved denne lejlighed støttedes han ikke mindst af sin sjældne evne til at sætte sig ind i modpartens synspunkter, at dissekere argumenterne og vende dem til fordel for sandheden. Han gik imidlertid altid frem med fuldstændig åbent sind og frydede sig kun ved sejren, hvis han selv tillige havde vundet en dybere indsigt i problemet.

Twisten om fuldstændigheden af den beskrivelse af fysiske fænomener, som er indeholdt i kvanteteorien, var det sidste sammenstød mellem de to giganter. Konfrontationen af deres divergerende opfattelse af grundlaget for videnskabelig erfaring var nu nået til den grænse, der sættes ved at indskrænke den til problemer vedrørende den fysiske verden. At der intet håb var om at føre den videre, blev snart gjort klart af Einstein selv, som udtalte om Bohrs indstilling, at den var logisk mulig, men »i den grad i modstrid med min videnskabelige intuition, at jeg ikke kan opgive at søge efter en mere fuldstændig opfattelse«. Bohr var højst ulykkelig over denne hårdknude, for han beundrede netop Einstein for den måde, hvorpå han havde understreget de erkendelsesteoretiske pointer i den klassiske fysik såvel som i kvantemekanikken på dens tidligere stadium. I virkeligheden havde Einsteins måde at angribe disse problemer på været i den grad beslægtet med Bohrs egen, at han måtte føle Einsteins senere mangel på forståelse dobbelt nedslående. På den anden side kunne Bohr med god grund se tilbage med tilfredshed på den meningsudveksling, der så kritisk havde prøvet ikke alene hans egen opfattelse af komplementariteten af fysiske fænomener, men endog i den sidste diskussion om det fremsatte »virkelighedskriterium« også de til grund liggende almindelige ideer, som han havde udviklet, om grundlaget for menneskelig viden og menneskets stilling i universet.

Gennem alle disse år var sådanne almindelige filosofiske problemer gen-

stand for Bohrs stadig bevågenhed. Han var naturligvis spændt på at se, hvor vidt frugtbarheden af komplementaritetssynspunktet rakte, og når lejlighed gaves, var han på udkig efter mulighederne for at anvende det inden for de mest forskellige områder af menneskelig virksomhed. Til en nedskrivning af sine tanker med den dermed forbundne kritiske granskning skred han imidlertid kun under tilskyndelse af en eller anden ydre omstændighed. Den første særlige lejlighed af den art frembød sig, da han blev indbudt til at tale ved en kongres for lysterapi, som blev afholdt i København i 1932. Det emne, som Bohr straks slog ned på som velegnet til lejligheden, var »Lys og Liv«. Det ville give ham mulighed for at forklare komplementaritetssynspunktet ud fra et typisk tilfælde, nemlig dobbeltheden i lysets egenskaber, og han kunne så gå videre og pege på tilstedeværelsen af komplementære forhold i biologien. Dette appellerede særlig stærkt til ham: Han var blevet dybt påvirket af sin fars syn på emnet, og han var tydeligvis lykkelig over nu at være i stand til at tage det op og give det en mere dækkende formulering. I kølvandet på reaktionen mod den mekaniske materialisme i begyndelsen af dette århundrede havde Christian Bohr gjort sig til kraftig fortaler for et finalistisk synspunkt i studiet af fysiologien. Uden i forvejen at kende et organs funktion, sagde han, er der intet håb om at opklare dets struktur eller de fysiologiske processer, for hvilket det er sæde. Samtidig fremhævede han med al den autoritet, som et liv viet til analysen af de kemiske og fysiske sider af sådanne processer havde skænket ham, den lige så bydende nødvendighed af at presse en sådan analyse frem til den yderste grænse, som de tekniske hjælpemidler for undersøgelsen tillod os at nå. Som han rammende bemærkede, løb man ellers den risiko at bedrage sig selv med ord og overse væsentlige træk af fænomenerne.

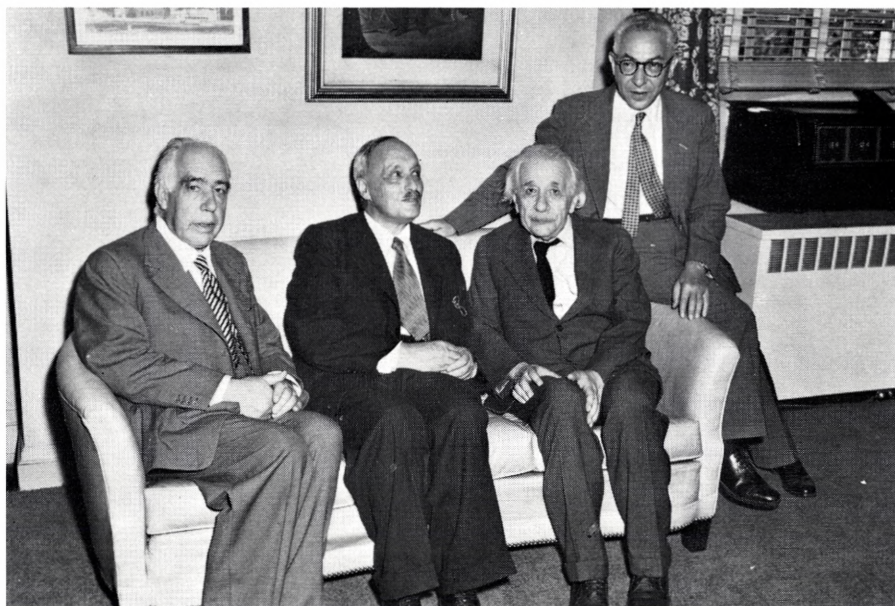
Sådanne overvejelser kom så nær, som man kunne vente på den tid, til at fastslå et komplementært forhold mellem den fysisk-kemiske side af livsprocesserne, der beherskes af den art af kausalitet, som vi er vant til at udråbe som den virkelig videnskabelige, og den rent funktionsmæssige side af disse processer, der er underlagt en teleologisk eller finalistisk kausalitet. Tidligere var disse to synspunkter altid blevet stillet i skarp modsætning til hinanden ud fra den almindelige opfattelse, at et af dem måtte vige for det andet, at der ikke var plads til begge i biologien. Niels Bohr kunne nu påpege, at denne opfattelse blot var en følge af logiske forestillinger, som man i fysikken havde erkendt som værende for snævre, og at komplementaritetens videre ramme på naturlig måde gav plads for begge

de to standpunkter og muliggjorde, at man uden nogen modstrid kunne drage fordel af dem begge, ganske i hans fars ånd. På den måde ville en årgammel, ufrugtbar strid være bragt ud af verden og erstattet med en fuld udnyttelse af alle muligheder for videnskabelig analyse.

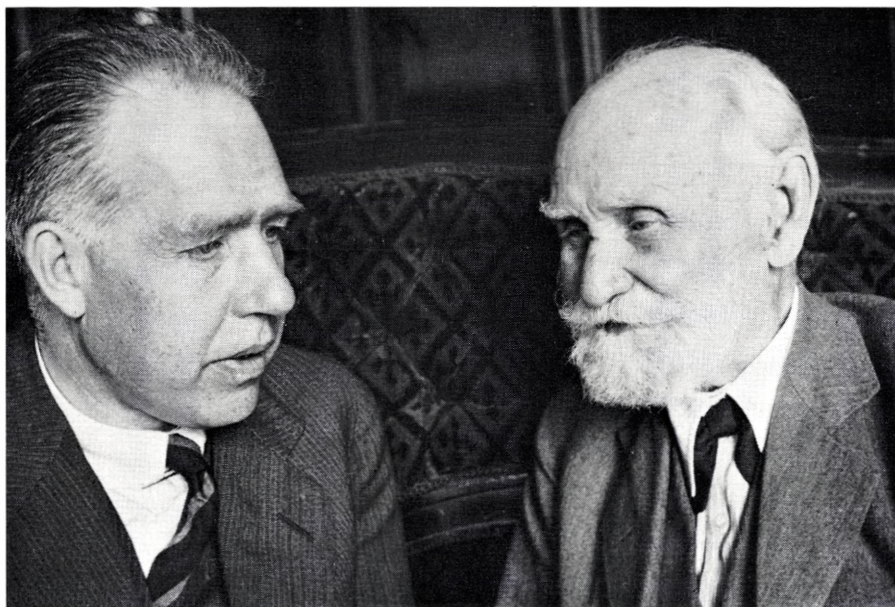
I én henseende var analogien mellem situationen i atomfysikken og i biologien imidlertid stadig ufuldstændig: Hvor havde man i biologien et modstykke til den reciprokke begrænsning i brugen af fysiske begreber, som udtrykkes i Heisenbergs ubestemthedsrelationer? Hvis analogien skulle følges videre, på hvad måde ville da rækkevidden af den fysiske og kemiske analyse af en organisme begrænses af den funktionsmæssige analyses rivaliserende fordringer? For at gøre argumenterne mere direkte vovede Bohr, da han skrev »Lys og Liv«, på dette punkt en gætning. Han bemærkede, at en kontinuert stofudveksling må finde sted mellem organismerne og det omgivende medium for at de skal kunne opretholde livet, således at en klar afgrænsning af organismen som fysisk-kemisk system ikke var mulig. Man kunne derfor tænke sig, at ethvert forsøg på at gøre adskillelsen skarp nok til at tillade en udtømmende fysisk-kemisk analyse ville forhindre stofskiftet i en grad, der var uforeneligt med organismens liv.

Skønt den sammenhæng, hvori dette argument udvikledes, ikke skulle efterlade nogen tvivl med hensyn til dets mening, er det dog blevet misforstået på forskellig måde og er endda blevet udlagt som skulle det antyde eksistensen af særlige biologiske love, der på en eller anden måde begrænsede mulighederne for at anvende fysikkens love på organismerne. Det, Bohr her havde i tankerne, var som altid det logiske problem, der er forbundet med den utvetydige anvendelse af givne begreber, som er udviklet til redegørelsen for bestemte empiriske situationer. Han ønskede blot at illustrere den kendsgerning, at de fysisk-kemiske begreber på den ene side og de begreber, der beskriver biologiske funktioner og tilpasning på den anden side, henviser til betingelser for iagttagelse af organismerne, der er komplementære til hinanden.

I årene, der fulgte, vendte Bohr ofte tilbage til disse spørgsmål og søgte at iklæde dem en formulering, der var endnu mere gennemsigtig og fri for hypotetiske betragtninger. Han fulgte ivrigt den vidunderlige udvikling af den molekylære biologi, og i de sidste måneder af sit liv studerede han konsekvenserne af de nye opdagelser med den nøjeregnende opmærksomhed over for detaljerne og kompromisløse logiske strenghed, som karakteriserede hans behandling af ethvert problem. Han bad om hjælp hos de unge bio-



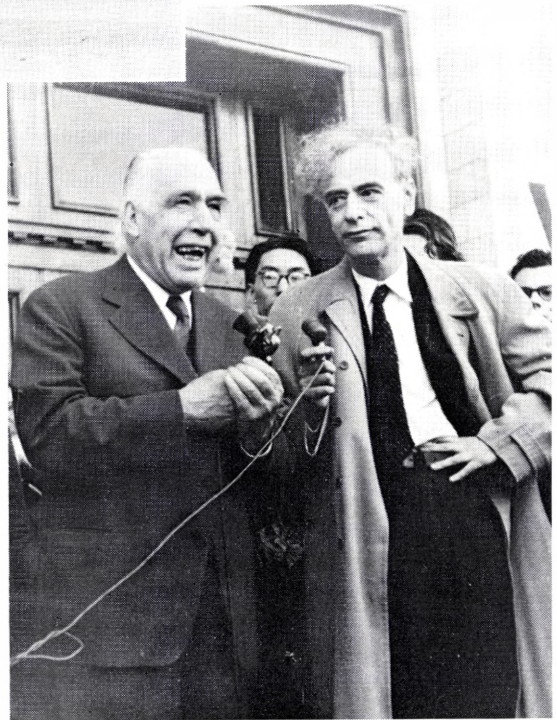
Et møde i Princeton i 1954 mellem fire store fysikere: Bohr, Franck, Einstein og Rabi



På sin rejse til Sovjetunionen i 1934 besøgte Niels Bohr den berømte russiske fysiolog Pavlov, der er kendt for sine studier af betingede reflekser hos dyrene



Fra rejsen til Japan i 1937. Margrethe og Niels Bohr med sønnen Hans og med japanske kolleger foran Buddha-statuen i Kamakura. Helt til venstre Y. Nishina, der var en af de første udenlandske medarbejdere på Institutet i København og som spillede en stor rolle i udviklingen af fysikken i Japan



Under sit besøg i Sovjetunionen i 1961 deltog Niels Bohr i en studenterfestlighed på Moskva Universitetet. Her taler han til studenterne, medens hans gamle elev, den berømte russiske fysiker L. D. Landau, oversætter til russisk

loger af den fremragende Københavner-skole og diskuterede de nyeste fremskridt med dem med samme iver og intense koncentration, som han udfoldede ved diskussionen af fysiske spørgsmål. Det, som gjorde størst indtryk på disse nye medlemmer i kredsen af Bohrs medarbejdere, var ikke så meget hans uformindskede vitalitet som den ydmyghed, hvormed han søgte og tog hensyn til deres kritik. Ganske som i fysikken var det, han søgte ved en så omhyggelig granskning af det eksperimentelle materiale, et eller andet alment princip, der kunne tjene som en ledetråd for videre undersøgelse. I den nuværende sammenhæng betonedede han frugtbarheden af at anvende lovene for kemiske reaktioner på de biologiske processer, hvilket straks antydede, at enhver sådan proces må gå i retning af at tilvejebringe en tilstand af størst mulig stabilitet svarende til betingelserne i det medium, hvori den finder sted.

Da Bohrs foredrag om »Lys og Liv« blev offentliggjort for tredive år siden, blev det ikke vel modtaget af biologerne. Tingene synes nu at have ændret sig, og fysikerens stemme lyder ikke mere så fremmedartet for de pågældende kredse. Hvordan nu end dette forholder sig, gav afhandlingen i hvert fald ét ganske uventet, storartet resultat; den blev nemlig bestemmende for kaldelsen af en ung mand, der nu tælles blandt vor tids fremragende biologer. Blandt de mange lyse erindringer fra hin patriarkalske epoke i Instituttets historie finder jeg denne, at jeg samme dag, som Bohr skulle holde sit foredrag, gik ud på banegården for at hente et medlem af vor lille gruppe, Max Delbrück, der vendte tilbage fra en rejse lige netop i rette tid; fra banegården tog vi direkte til Christiansborg, hvor vi lyttede til forelæsningen fra et af tilhøregallerierne, som vi havde ganske for os selv. At påstå, at vi blev fascineret af foredraget, ville være en romantisk overdrivelse, men det er en kendsgerning, at da Delbrück bagefter læste afhandlingen og funderede over den, blev han i den grad begejstret over det udsyn, den åbnede over biologiens udstrakte område, at han straks besluttede at tage udfordringen op. Tredive år efter, da Delbrück blev udnævnt til leder af det nye genetiske institut i Köln, indbød han Bohr til at tale ved instituttets indvielse. Som en opfyldelse af denne forpligtelse, som Bohr villigt påtog sig, udarbejdede han en redegørelse for sin nuværende stilling med hensyn til de biologiske problemer. Efter Delbrücks forslag havde han håbet at offentliggøre den under titlen: »Light and Life Revisited«. Denne plan er blevet udført omend ufuldstændigt, eftersom den tekst, der foreligger, mangler den afpuddning, som mesteren ville have givet den; men vi

finder i den de synspunkter, jeg prøvede at ridse op ovenfor, så dybsindige og udfordrende som nogen han har fremført.

I førkrigsperioden forekom der endnu en lejlighed for Bohr til at udstrække komplementaritetsideens rækkevidde eller rettere sagt til at udkrystallisere sine tanker om den omkring et givet emne. Denne gang var det ved den københavnske antropologkongres i 1938, at han blev opfordret til at tale. I den store sal på Kronborg slot behandlede Bohr de komplementære sider af menneskekulturerne. Emnevalget var om ikke dikteret så dog i hvert fald påvirket af den voksende bekymring, vi alle følte, over den meningsløse forøvelse af dens egen kulturelle arv, som blev begået af en forblindet nation for øjnene af en rådvild og ubeslutsom verden. For nu at blive inden for videnskabens område, var det dybt chokerende at være vidne til, hvordan grotesk forvanskede, videnskabelige læresætninger misbrugtes til at retfærdiggøre de værste grusomheder. Bohr gjorde en pointe ud af at afsløre disse vildfarelser på sin egen kraftfulde måde. Han fremmanede de komplementære sider af de menneskelige samfund. På den ene side har vi de rent biologiske egenskaber, der overføres gennem arv; på den anden side de fælles overbevisninger og ideer, som ligger i den mundtlige og skrevne tradition. Kun den sidstnævnte del og ikke den første, argumenterede han, kan med rette betegnes som det kulturelle element i samfundet. Idet han fastholdt den kendsgerning, at enhver kultur, uanset dens niveau i social udvikling, opnår en særegen harmoni, påpegede han, at det må betragtes som et fuldstændigt tilfælde, at en given kultur tilhører et eller andet fremmed samfund og ikke vort eget. Men, tilføjede han med fin ironi, ved en sådan betragtningsmåde har vi set bort fra de fordomme om ens egen kulturs overlegenhed, som er et iboende element af enhver national kultur.

Dette hovedtema gav Bohr lejlighed til også at berøre en række af de psykologiske problemer, som lå ham så stærkt på hjerte, og hvis analyse som allerede nævnt frembyder så smukke eksempler på komplementære forhold. Han kunne nu se tilbage på dualiteten i de psykiske erfaringer med det fulde herredømme, han havde vundet over de komplementære forholds natur, og påpege at denne dualitet svarer til forskellige måder at trække skillelinien mellem den psykiske proces, der gøres til genstand for undersøgelse, og det iagttagende subjekt. At drage en sådan skillelinie er nøjagtigt det, vi mener, når vi taler om at koncentrere opmærksomheden om en bestemt side af processen. Alt efter hvordan vi lægger skillelinien kan vi opleve en sindstilstand som en del af vore subjektive følelser eller analysere

den som en del af den iagttagne proces. Forståelsen af, at disse to situationer er komplementære, løser gåden om licentiatens jeg'er, der iagttager hinanden, og udgør i virkeligheden den eneste redning fra hans kvaler.

Der er endnu en dualitet i det psykiske liv hos dyr og mennesker, hvori Bohr erkendte karakteren af et komplementaritetsforhold. Det er den, vi betegner med ordene instinkt og fornuft. Også her understregede han den pointe, at disse ord i praktisk sprogbrug henviser til gensidigt udelukkende opførselsmønstre, der er tilpasset til forskellige betingelser i omgivelserne, og pegede især på, hvorledes menneskelig kultur opstår ved udviklingen af rationel tænkning. Hele foredraget bliver på den måde til et indtrængende indlæg for det almengyldige i den metode, der havde tjent fysikerne så vel. Først og fremmest fremstår imidlertid her i et klarere lys end i måske noget andet af hans arbejder Bohrs menneskelige storhed, hvori hans hjertes varme så harmonisk forenede sig med intellektuel afklarethed, og hans urokkelige tro på menneskelig fornuft.

Interessen samler sig omkring atomkernen

Af Otto Robert Frisch

Første gang, jeg mødte Niels Bohr, var i 1933 i Hamborg. Hitler var kommet til magten, og Bohr rejste rundt og talte med sine kolleger for at finde ud af hvor mange tyske fysikere der som følge af de nye racelove ville blive afskediget, og hvorledes man bedst kunne organisere hjælpen til dem. Det var netop lykkedes mig at måle rekylet af et natriumatom, der udsender et lyskvant. Det var en stor oplevelse for mig pludselig at stå over for Niels Bohr – der var et næsten legendarisk navn for mig – og se ham smile til mig som en rar fader. Han tog mig i vesteknappen og sagde: »Jeg håber, De vil komme og arbejde hos os i nogen tid. Vi sætter pris på folk, der kan udføre »tanke-eksperimenter«!« Man må her vide, at et atoms rekyl var noget, der tidligere havde været meget diskuteret, men kun få mennesker havde forestillet sig, at det kunne måles. På det tidspunkt, hvor jeg udførte dette forsøg, var det ikke længere vanskeligt; Otto Stern, som jeg arbejdede under i Hamborg, havde udviklet den fornødne teknik.

Samme aften skrev jeg hjem til min mor (som naturligvis var ængstelig for min fremtid i betragtning af Hitlers racelove) og sagde, at hun ikke skulle være bekymret: Vorherre selv havde taget mig i vesteknappen og smilet til mig. Det var præcis, hvad jeg følte.

Det følgende år arbejdede jeg med Blackett i London, hvor jeg lærte den kernefysiske teknik. Få måneder senere gjorde man i Frankrig den store opdagelse, at man kunstigt kunne fremstille nye radioaktive stoffer ved at bombardere almindelige lette grundstoffer med alfa-partikler. Jeg greb straks dette nye emne og var så heldig at være en af de første til at offentliggøre yderligere resultater. Jeg rodede også med tågekamre og konstruerede et, som var let at bygge og velegnet til iagttagelser med det blotte øje. Da mit ophold i London lakkede mod enden, havde jeg allerede en indbydelse til at komme og arbejde i København på Niels Bohrs institut.

Det er altid en forvirrende oplevelse at ankomme til et nyt sted, og jeg har ingen klar erindring om det. Der syntes at være en masse sære men-

nesker. Der var Placzek, altid søvrig (undtagen sent om aftenen) og sædvanligvis ubarberet. Jeg var længe om at opdage det strålende intellekt bag den bohemeagtige facade (han *var* faktisk fra Böhmen). Han tog mig med til et foredrag af Gamow allerede den første dag. Foredraget skulle forestille at være holdt på dansk, men jeg havde ingen vanskeligheder ved at forstå det særlige Esperanto, som Gamow talte (ligegyldigt hvilket sprog han foregav at bruge). Fra et af de første kollokvier står en scene fra en diskussion mellem Bohr og Landau præget i min erindring: Bohr stående bøjet over Landau i alvorlig diskussion, medens Landau liggende udstrakt på ryggen på katederet gestikulerede til ham (ingen af dem syntes at bemærke det ukonventionelle ved denne adfærd). Efter tre år i Hamborgs konventionelle atmosfære og et år i London, hvor jeg følte mig genert og kun stiftede få bekendtskaber, tog det ikke så lidt tid, inden jeg blev vant til den frie og utvungne atmosfære på Blegdamsvej 15, hvor en mand alene bedømtes efter sin evne til at tænke klart og ærligt.

Bohr stod på den tid i sin fulde kraft, både legemligt og åndeligt. Når han tordnede op ad den stejle trappe med to trin ad gangen, var der få af os yngre, der kunne følge med. Roen på biblioteket blev ofte afbrudt af et rask spil bordtennis, og jeg mindes ikke nogensinde at have slået Bohr i det spil. Han reagerede meget hurtigt og præcist, og han havde en utrolig viljekraft og udholdenhed. På en måde var det de samme egenskaber, der også kendetegnede hans videnskabelige arbejde.

Mit eget arbejde bragte mig ikke meget i kontakt med Bohr. Jeg beskæftigede mig med konstruktionen af simple og pålidelige Geiger-tællere med tilhørende udstyr, og jeg fortsatte min jagt efter nye radioaktive grundstoffer (jeg fandt to til). Ofte kom Bohr imidlertid vandrende ind i laboratoriet for at se til og havde tydelig lyst til at hjælpe med. Engang tilbød han endda sin hjælp, idet han forsikrede, at han ikke var så klodset, som han så ud til; og før vi kunne stoppe ham, havde han grebet en af de særligt tyndvæggede tællere, som vi havde lavet til at studere stråler med lille gennemtrængningsevne. Tælleren krøllede øjeblikkelig sammen med en væmmelig knasende lyd, og Bohr forlod rummet med et meget forlegent udtryk. Hvordan skulle han imidlertid kunne vide, at en sådan tæller kun lige akkurat kan tåle luftens tryk og uvægerlig vil bryde sammen ved selv den letteste berøring.

Men naturligtvis gik vi til kollokvierne, som afholdtes med korte mellemrum, og som ofte sammenkaldtes med meget kort varsel, og dér kom

Bohrs enestående evner til fuld udfoldelse. Mange har fundet Bohrs afhandlinger indviklede og indirekte og vanskelige at følge; i en diskussion var han imidlertid direkte og fuld af kraft. Selvfølgelig var han alt for godmodig til at sige til nogen, at det, vedkommende sagde, var noget vrøvl, men det var snart klart for os alle, hvad Bohr mente, når han sagde »meget, meget interessant«. Komplementaritetsbegrebet var emnet for mange diskussioner. Jeg kan huske engang, hvor en eller anden bemærkede, at det gjorde ham svimmel at tænke på de problemer. Bohr svarede omgående: »Men hvis nogen siger, at han kan tænke over kvanteproblemerne uden at blive svimmel, viser det blot, at han ikke har forstået den mindste smule af dem«.

Fra tid til anden indtraf der en krise. Jeg husker en afhandling af den amerikanske eksperimentalfysiker Shankland, som hævdede at have påvist, at energien ikke var bevaret i sammenstød mellem højenergetiske fotoner (gamma-kvanter) og elektroner. Det var højst foruroligende. Hvis det var rigtigt, ville det have sat fysikken tilbage til et meget tidligere stadium, hvor Bohr selv havde troet (fejlagtigt, følte han nu med sikkerhed), at loven om energiens bevarelse kun gjaldt i middel, men ikke nødvendigvis for de enkelte begivenheder. Shanklands resultat gav anledning til oprivende diskussioner, som gjorde det stadig mere klart, at det ikke var foreneligt med de store fremskridt, som var sket i fysikken siden hin tid. Det var en stor lettelse, da det kom for dagen, at Shankland havde overset visse fejlkilder, og at energien virkelig var bevaret i hvert enkelt sammenstød.

Sådan var det altid: enhver modstrid var en fjende, der straks måtte angribes og mod hvilken Bohr rettede sin mægtige tankekraft i dens fulde styrke. Sommetider viste eksperimentet sig, som vi har set, at være forkert; sommetider fortalte Bohr os en dag med endnu større glæde, at han havde taget fejl, at modstriden forsvandt, når man fandt den rette måde at tænke på den. Han var dybt foruroliget, da han hørte, at sammenstød mellem en proton med stor hastighed og en lithium-kerne sommetider giver anledning til udsendelse af en højenergetisk gamma-stråle. Han var overbevist om, at den kerne, der dannedes ved et sådant sammenstød, ville gå i stykker i to heliumkerner altfor hurtigt til at tillade udsendelsen af gamma-stråling. Jeg husker endnu, hvor henrykt Bohr var, da han indså, at kernen kunne dannes i en tilstand, som – på grund af de kvanteteoretiske symmetrilove – ikke kunne gå i stykker i to heliumkerner. Han tøvede aldrig et øjeblik

med at indrømme, at han havde taget fejl. Det betød for ham blot, at han nu forstod tingene bedre, og hvad kunne have gjort ham lykkeligere?

Kort efter min ankomst indtraf den spændende nyhed, at Fermi i Rom havde fundet ud af, at en masse nye radioaktive kerner kunne fremstilles ved bombardement af almindelige kerner med neutroner. Jeg var en af de få, der kunne læse italiensk, og jeg husker tydeligt, hvorledes alle trængte sig omkring mig, så snart der var kommet et nyt nummer af »La Ricerca Scientifica«, det lille tidsskrift som Fermi havde givet det privilegium at trykke hans opdagelser, fordi de dér blev trykt hurtigt. Det var straks klart, at det var meget vigtigt at få fat i en neutronkilde, og Hevesy (Bohrs ven og medarbejder gennem mange år) appellerede til det danske folk om at indsamle en sum på 100.000 kroner til indkøb af et halvt gram radium til Bohr i anledning af hans halvtredsårs fødselsdag. For at gøre dette radium til en neutronkilde, måtte det blandes med flere gram berylliumpulver, og det blev min opgave at skaffe dette. Beryllium er et let og søvlglinsende, men meget hårdt metal, og jeg fik næsten hele instituttet til at hjælpe med at male det i mortere, hvilket betød mange dages hårdt arbejde. Dengang vidste man ikke, at nogle mennesker er overfølsomme over for beryllium og sandsynligvis ville være døde af at have indåndet en anelse berylliumspulver, mens det blev malet. Heldigvis var der imidlertid ingen af os, der var overfølsomme, og der indtraf ingen ulykker.

Fra 1935 besad instituttet altså en stærk neutronkilde. De fleste af neutronerne blev brugt til at fremstille radioaktivt fosfor til Hevesy og hans medarbejdere, som anvendte det i biologiske tracer-forsøg. Til det formål blev kilden holdt indesluttet i en stor flaske, der indeholdt cirka ti liter kulstofdissulfid, en giftig og meget brandfarlig væske. Af sikkerhedsgrunde blev flasken opbevaret på bunden af en dyb brønd i Instituttets kælder. Hver anden uge blev væsken udskiftet, og den bestrålede væske blev behandlet for at udtrække det radioaktive fosfor, P^{32} . Engang smuttede flasken og gik i stykker, og assistenten undslap op ad vinkeltrappen forfulgt af dampene, der ville have sprængt en stor del af instituttet i luften, hvis der havde været en gnist. Vor største pumpe blev sat i gang med at fjerne disse dampe, men alligevel tog det hele natten. Jeg boede dengang i tagetagen på Instituttet, og jeg husker, hvordan jeg gik i seng i en fatalistisk sindsstemning. Jeg var der imidlertid stadig næste morgen, og faren var ovre.

I mellemtiden kom der mere og mere besynderlige nyheder fra Rom.

Fermi havde nemlig fundet ud af, at neutroner kunne bremses, ved at man lod dem passere gennem stoffer, der indeholdt brint, som f. eks. paraffin eller vand, og at sådanne neutroner meget let blev indfanget af kerner. Dette var særdeles overraskende. Efter hvad man dengang troede om kerner, skulle selv en langsom neutron som oftest passere tværs gennem kernen med ringe sandsynlighed for at blive indfanget. Bethe i USA havde forsøgt at beregne denne sandsynlighed, og jeg husker det kollokvium – i slutningen af 1935 – hvor en eller anden fortalte om Bethes afhandling. Bohr blev ved med at afbryde, og jeg undrede mig, lidt utålmodig, over at han ikke lod taleren blive færdig. Så standsede Bohr brat midt i en sætning og satte sig ned; hans ansigt var pludselig ganske livløst, og vi var bange for, at han var blevet dårlig. Men efter nogle sekunders forløb rejste han sig igen og sagde med sit undskyldende smil: »Nu forstår jeg det.«

Den forståelse, han nåede frem til ved hint mindeværdige kollokvium, er blevet kendt som »compound-kernen«. Bohr havde indset, at en neutron, der kommer ind i en kerne, straks støder sammen med en af protonerne eller neutronerne i dens indre, og at disse partikler derefter støder sammen med andre, så at hele neutronens oprindelige energi meget hurtigt fordeles mellem mange partikler. Derefter tager det lang tid (i virkeligheden en lille brøkdelen af et sekund – men lang tid i forhold til de tider, man ellers har at gøre med i kerneprocesser) før en af partiklerne tilfældigvis får tilstrækkelig energi til at slippe ud, og hvis en foton (et gamma-kvant) i mellemtiden er blevet udsendt, kan neutronen ikke længere slippe bort. At compound-kernen eksisterer så lang tid betyder – på grund af ubestemt-hedsrelationen – at den kan have skarpt definerede energitilstande, og dette åbnede spændende muligheder.

Jeg forstod ikke meget af det dengang, men Placzek gjorde. Sammen foretog vi målinger af absorptionen af langsomme neutroner i guld, cadmium og bor samt forskellige forbindelser af disse grundstoffer. Der var gode grunde til at tro, at absorptionen af neutroner i bor skulle følge en simpel lov, nemlig at den skulle være omvendt proportional med neutronernes hastighed, og ud fra vore målinger kunne Placzek beregne hastigheden af de neutroner, der blev stærkest absorberet i guld. Resultatet var, at guld viste en skarp »resonans« for neutroner med en energi på kun nogle få elektronvolt. Det var mange tusinde gange mindre, end nogen tidligere havde ventet, men det var netop, hvad Bohr nu formodede ud fra

sin idé om compound-kernen. Man kan forestille sig, hvor glad Bohr var over resultatet af vort arbejde, og han tilskyndede os til at publicere det i en fart. Det var ikke så nemt. Placzek og jeg havde nemlig meget forskellige ideer om, hvorledes vi skulle fremlægge vore resultater, og eftersom han først vågnede op om aftenen, måtte vi skrive afhandlingen om natten, og de fleste af de afsluttende diskussioner blev ført ud på de små timer, hvor jeg var søvrig og stædig. Men efter nogle få anstrengende nætter blev vi endelig enige om teksten trods Placzeks lidenskabelige protester, og jeg bragte den selv hen på posthuset klokken fire om natten for at forhindre, at diskussionen blev genoptaget.

For resten havde vi brug for temmelig tykke lag af guld til vore målinger, og Placzek kom da på den idé at benytte de Nobel-medaljer, som nogle af Bohrs venner havde overladt i hans varetægt, da nazisterne kom til magten. Det var os en kilde til stor tilfredsstillelse, at disse ellers unyttige medaljer kunne anvendes til et videnskabeligt formål! Medaljerne var også en gang senere i fare, nemlig da Danmark blev besat af nazisterne, og de blev reddet af Hevesy, der opløste dem i syre og opbevarede dem i en flaske. Efter besættelsen blev guldet atter udvundet og igen slået til medaljer. Men det var efter min tid.

Der var endnu en medarbejder, med hvem jeg stod i nær kontakt på den tid, nemlig Laslett, en slank, benet, tavs amerikaner, som var kommet for at hjælpe os med at bygge en cyklotron. Han syntes at tilbringe meget af sin tid i en stol, der var vipet bagover, med benene på bordet og et tegnebræt i skødet, medens han uforstyrret lavede udkast til den ene del efter den anden. Beslutningen om at bygge en cyklotron var blevet taget i 1935. Jeg husker, at da den 40 tons tunge magnet, en gave, der var blevet fremstillet efter mål af Thomas B. Thrige i Odense, ankom, opdagede vi, at dens største del var for stor til at kunne gå gennem vinduet i det rum, der var bygget til den, så en del af muren måtte slås ned. På samme tid var man i færd med at bygge to andre cyklotroner af lignende størrelse i Stockholm og Liverpool. Vi førte en hel del korrespondance med de to steder og aflagde engang et besøg i Stockholm, hvor vi, »kärn-gubbarna«, blev modtaget med sand svensk gæstfrihed. I sidste ende var det vor maskine, der kom i gang først, og den blev således den første cyklotron på denne side Atlanten.

Det blev endvidere besluttet at købe en højspændingsgenerator til en million volt i Tyskland, og jeg blev sendt til Leipzig for at aftale nogle af

detaljerne med fabrikken. Det gav mig en sardonisk glæde at blive behandlet som en æret gæst af de mennesker, der havde fyret mig under Hitlers racelove, men som var villige til at glemme disse love, når det var til deres økonomiske fordel. Maskinen blev leveret som planlagt og var taget i brug, da jeg forlod København.

Det var lykkelige tider for mig. Opdagelsen af neutronresonansen havde åbnet et nyt forskningsområde, inden for hvilket man hurtigt og med simple midler kunne udføre interessante eksperimenter. I dag har man naturligvis med stor nøjagtighed kortlagt i dusinvis af resonanser for ethvert grundstof på kemikerens hylde, men dengang var det meget spændende, da den første resonans kunne lokaliseres groft og dens væsentligste karakteristika bestemmes for nogle få udvalgte grundstoffer – guld, jod og arsen. Alt dette tjente til støtte for Bohrs forestilling om compound-kernen og til at lære os mere om dennes egenskaber, og Bohr interesserede sig naturligvis meget for dette arbejde. Men den mest personlige kontakt kom vi i ved de hyppige lejligheder, hvor Bohr inviterede nogle stykker af os ud til Carlsberg, hvor vi, medens vi nippede til kaffen efter middagen, sad nær ved ham – nogle af os bogstavelig talt for hans fødder på gulvet – for ikke at gå glip af et ord. Her var, følte jeg, Sokrates vakt til live igen, tilkastende os udfordringer på sin blide måde, idet han løftede ethvert argument op i et højere plan, hvorved han drog visdom ud af os, som vi ikke vidste var i os (hvilket den naturligvis heller ikke var). Vore samtaler rakte fra religion til genetik, fra politik til kunst, og når jeg cyklede hjem gennem gaderne i København, følte jeg mig helt beruset af den Platoniske dialogs ildnende ånd.

I 1938 begyndte det at mørkne i horisonten. Vi havde alle iagttaget Nazi-Tyskland med ængstelse, idet vi følte, at dets filosofi inden længe ville føre det ud i en erobringskrig. Okkupationen af Rhinlandet fik os til at frygte, at tidspunktet nu ikke lå langt forude. Besættelsen af Østrig i marts 1938 gjorde mig – i formel henseende – til tysker i stedet for østriger. Min tante, fysikeren Lise Meitner, som havde vundet berømmelse gennem mange års arbejde i Tyskland, var nu i fare for at blive afskediget, og der gik også rygter om, at det måske ikke ville blive tilladt videnskabsmænd at forlade Tyskland. Derfor besluttede hun at tage af sted i hemmelighed, bistået af sine venner i Holland, og i efteråret tog hun imod en indbydelse til at arbejde i Stockholm ved Nobelinstitutet. Jeg havde altid haft for skik at fejre jul med hende i Berlin. Denne gang blev hun inviteret til at

tilbringe julen hos nogle svenske venner i Kungälv (i nærheden af Göteborg), og hun inviterede nu mig med. Det skulle blive det mest betydningsfulde besøg i hele mit liv.

Lad mig først forklare, at Lise Meitner havde arbejdet sammen med kemikeren Otto Hahn i henved tredive år, og i de sidste tre år havde de studeret de radioaktive produkter, der blev dannet, når uran bombarderes med neutroner. Fermi, som var den, der først opdagede disse produkter, troede at de var nye »transuranske grundstoffer«, d.v.s. grundstoffer, der i det periodiske system står efter uran (det tungeste af de grundstoffer, der forekommer i naturen), og Hahn og Meitner fik i begyndelsen resultater, der bekræftede denne opfattelse. Men det syntes vanskeligt at forklare det store antal stoffer, der blev dannet, og sagen blev endda endnu mere kompliceret, da man (i Paris) fandt nogle, der tilsyneladende var lettere end uran. Lige inden Lise Meitner forlod Tyskland, havde Hahn bekræftet, at det forholdt sig således, og at tre af disse stoffer i kemisk henseende opførte sig ligesom radium. Det var vanskeligt at fatte, hvorledes radium – der står fire pladser før uran – skulle kunne dannes ved bombardement med en neutron, og Hahn besluttede at udføre omhyggelige kontrolforsøg for at være helt sikker på, at disse stoffer virkelig var af samme kemiske natur som radium.

Da jeg kom ud fra mit hotelværelse efter den første nat i Kungälv, fandt jeg Lise Meitner i færd med at studere et brev fra Hahn, øjensynlig meget forvirret over det. Jeg ville diskutere et nyt eksperiment, jeg var ved at planlægge, med hende, men hun ville ikke høre efter; jeg måtte læse det brev. Dets indhold var virkelig så forbløffende, at jeg i begyndelsen var tilbøjelig til at stille mig skeptisk. Hahn og Strassmann havde fundet, at de tre stoffer ikke var radium, kemisk set; det havde nemlig vist sig, at det var umuligt at adskille dem fra det barium, som de havde tilsat for at lette de kemiske undersøgelser. De var, omend modstræbende og tøvende, kommet til den konklusion, at det var isotoper af barium.

En formodning om, at de alligevel havde begået en fejl, blev afvist af Lise Meitner; hun forsikrede mig, at Hahn var alt for god en kemiker til, at dette kunne være muligt. Men hvordan kunne da barium blive dannet af uran? Man havde aldrig før fraspaltet dele af atomkerner, der var større end protoner og heliumkerner (alfa-partikler), og den tanke, at et større antal af sådanne fragmenter skulle blive fraspaltet på én gang, kunne afvises; dertil var der ikke energi nok. Det var heller ikke muligt,

at urankernen kunne være blevet spaltet midt over. En atomkerne er jo ikke som et skørt fast legeme, der kan spaltes eller brækkes i stykker. Bohr havde fremhævet, at atomkernen langt snarere lignede en væskedråbe. Måske kunne en dråbe deles i to mindre dråber, hvis det foregik mere gradvist, ved at den først blev aflang, dernæst snævredes ind på midten for til sidst nærmere at blive revet end brækket i to stykker. Vi vidste, at der var stærke kræfter, der ville modvirke en sådan proces, på lignende måde som overfladespændingen hos en almindelig væskedråbe modvirker dens deling i to mindre dråber. Men atomkernen adskilte sig på ét væsentligt punkt fra en almindelig dråbe: den var elektrisk ladet, og man vidste, at dette ville formindske virkningen af overfladespændingen.

Da vi var kommet så vidt, satte vi os begge ned på en træstamme (hele diskussionen havde fundet sted, medens vi vandrede i sneen gennem skoven, jeg med ski på, Lise Meitner uden) og begyndte at regne på nogle papirlapper. Vi kom til det resultat, at urankernens ladning virkelig var stor nok til næsten fuldstændigt at ophæve virkningen af overfladespændingen; urankernen kunne faktisk være en temmelig ustabil dråbe, der var rede til at dele sig ved den mindste påvirkning (såsom stødet fra en neutron).

Men der var endnu et problem. Når de to dråber var adskilt, ville de slynges fra hinanden som følge af deres gensidige elektriske frastødning, hvorved de ville opnå meget store energier, i alt omkring 200 millioner elektronvolt; hvor kunne denne energi da komme fra? Heldigvis kunne Lise Meitner huske, hvorledes man beregner atomkernernes masser ud fra formelen for den såkaldte »packing fraction«, og på denne måde fandt hun ud af, at de to kerner, der ville dannes ved urankernens spaltning, tilsammen ville være omtrent en femtedel protonmasse lettere end den oprindelige urankerne. Men hver gang masse forsvinder, dannes der energi i overensstemmelse med Einsteins formel $E = mc^2$, og en femtedel protonmasse svarede netop til 200 millioner elektronvolt. Her var altså kilden til den opståede energi; alting passede!

Et par dage senere rejste jeg temmelig spændt tilbage til København. Jeg var ivrig efter at forelægge vore spekulationer – på dette tidspunkt var det faktisk ikke andet – for Bohr, der netop skulle rejse til USA. Da jeg fik fat på Bohr, havde han kun nogle få minutter tilovers, men jeg var næppe begyndt at tale, før han slog sig for panden og udbrød: »Sikke nogle idioter vi har været allesammen! Men dette her er jo vidunderligt!

Det er netop sådan, det må være! Har De og Lise Meitner skrevet en afhandling om det?« Jeg sagde, at det havde vi ikke, men vi ville gøre det straks, og Bohr lovede ikke at tale om sagen, førend noten var kommet ud. Så styrtede han af sted for at nå båden.

Lise Meitner var i mellemtiden vendt tilbage til Stockholm, og artiklen blev forfattet under nogle rigstelefontaler. Jeg spurgte en amerikansk biolog, der arbejdede hos Hevesy, hvilken benævnelse man bruger for den proces, hvorunder en bakterie deler sig i to; han sagde, man kaldte den for »fission«, og dette udtryk benyttede jeg i noten. Placzek var skeptisk; kunne jeg ikke udføre nogle forsøg for at påvise eksistensen af disse energirige fragmenter af urankernen? Mærkeligt nok var denne tanke slet ikke faldet mig ind, men nu gik jeg hurtigt i gang. Forsøget (som i virkeligheden var meget nemt) blev gennemført i løbet af to dage, og en kort note derom blev afsendt til »Nature« sammen med den første note, som jeg i telefonen havde forfattet sammen med Lise Meitner. Der gik seks uger, inden »Nature« trykte disse noter, og i mellemtiden hændte der mangt og meget.

Ombord på skibet på vej til Amerika kunne Bohr ikke finde ro i sit sind, førend han var sikker på, at han virkelig forstod mekanismen i fissionsprocessen. Sammen med Rosenfeld, der ledsagede ham på rejsen (og fra hvem jeg har de følgende detaljer), undersøgte han på sin sædvanlige måde problemet fra alle tænkelige synsvinkler. Til sidst fandt han et meget enkelt argument, som viste, hvorfor der ville være en rimelig chance for fission, selv i konkurrence med andre mulige og mere kendte typer omdannelse, så snart de modvirkende kræfter er tilstrækkeligt svage. Ved kajen i New York ventede Wheeler for at følge Bohr og Rosenfeld til Princeton. Bohr blev imidlertid i New York, hvor han havde noget at ordne, og skulle først komme til Princeton et par dage senere. Endnu inden Bohrs ankomst blev Rosenfeld imidlertid inviteret til det sædvanlige møde i »journal club« i Palmerlaboratoriet, og dér spurgte man ham venligt, om han havde noget nyt at berette. Nu havde Bohr under deres diskussioner på overfarten ikke nævnt over for Rosenfeld, at han havde lovet at holde fissionsproblemet for sig selv, indtil vor note var kommet ud; Rosenfeld havde faktisk fået det indtryk, at noten allerede var udkommet eller at dens publikation var nært forestående. Han nærrede derfor ingen betænkelighed ved at fortælle tilhørerne om hele sagen, herunder også om Bohrs nyligt fremsatte argument, som afgjorde spørgsmålet på den mest

overbevisende måde. Som man kan tænke sig, blev meddelelsen modtaget med ikke ringe begejstring.

Da Bohr hørte om denne forhastede afsløring, blev han ængstelig, og da han vidste, hvor roligt man plejede at tage på tingene på Institutet, forsøgte han at bibringe os følelsen af sagens presserende karakter ved at sende os det ene telegram efter det andet, hvori han bad om yderligere oplysninger og foreslog nye forsøg. Nogle af forsøgene lykkedes det os at udføre, men vi havde ikke begreb om de bevæggrunde, der fik Bohr til at udvise en så usædvanlig utålmodighed. I virkeligheden handlede Bohr kun på grundlag af en formodning om, hvad der kunne ske, men til at begynde med anede han ikke engang, hvilket fantastisk kapløb, der allerede var sat i gang i en række amerikanske laboratorier, hvortil nyheden havde spredt sig fra Princeton, og hvor man søgte at udføre de samme nemme forsøg, som jeg allerede havde gjort for at påvise fissionsfragmenterne. Kort tid efter skulle nemlig American Physical Society afholde et møde i Washington, og alle ønskede at have sensationelle opdagelser at berette om. Ved dette møde kom sagen frem i sit fulde omfang, og lang tid efter måtte Bohr og Rosenfeld (der, som han fortalte mig, var meget forfærdet over de uventede konsekvenser af sin velmenende, men uovervejede meddelsomhed) udfolde store anstrengelser for at bevise den sande prioritet.

Hvor højt bølgerne gik, illustreres af følgende hændelse. En gruppe fysikere dér fra byen, som ikke tidligere havde fået nys om sagen, men først havde hørt om den på selve mødet, for af sted til deres laboratorium og arbejdede uden afbrydelse i to døgn for bagefter at kunne fortælle ved mødet, at også de havde set fissionsfragmenterne. De inviterede Bohr til at komme og se dem, og Rosenfeld beskrev senere for mig den scene, som Bohr og han var blevet vidne til: en fysiker iagttog apparatet, som registrerede partiklerne, samtidig med at han råbte i telefonen til en ivrig journalist: »Nu er der én til . . .« Næste dag bragte Washingtonavisen »Evening Star« en beretning om eksperimentet. På dette tidspunkt havde Bohr imidlertid fået besked om mine egne forsøg, dog med skam at melde ikke fra mig selv, men fra sin søn Hans. Dette var oprindelsen til den ofte gengivne historie om, at jeg var Bohrs svigersøn (til trods for at han ikke havde nogen døtre, og at jeg dengang var ugift). Jeg kan se for mig, hvordan det er gået til: en journalist spørger: »Hvordan fik De det at vide, professor Bohr?« Bohr: »Min søn skrev det til mig«. Journalisten

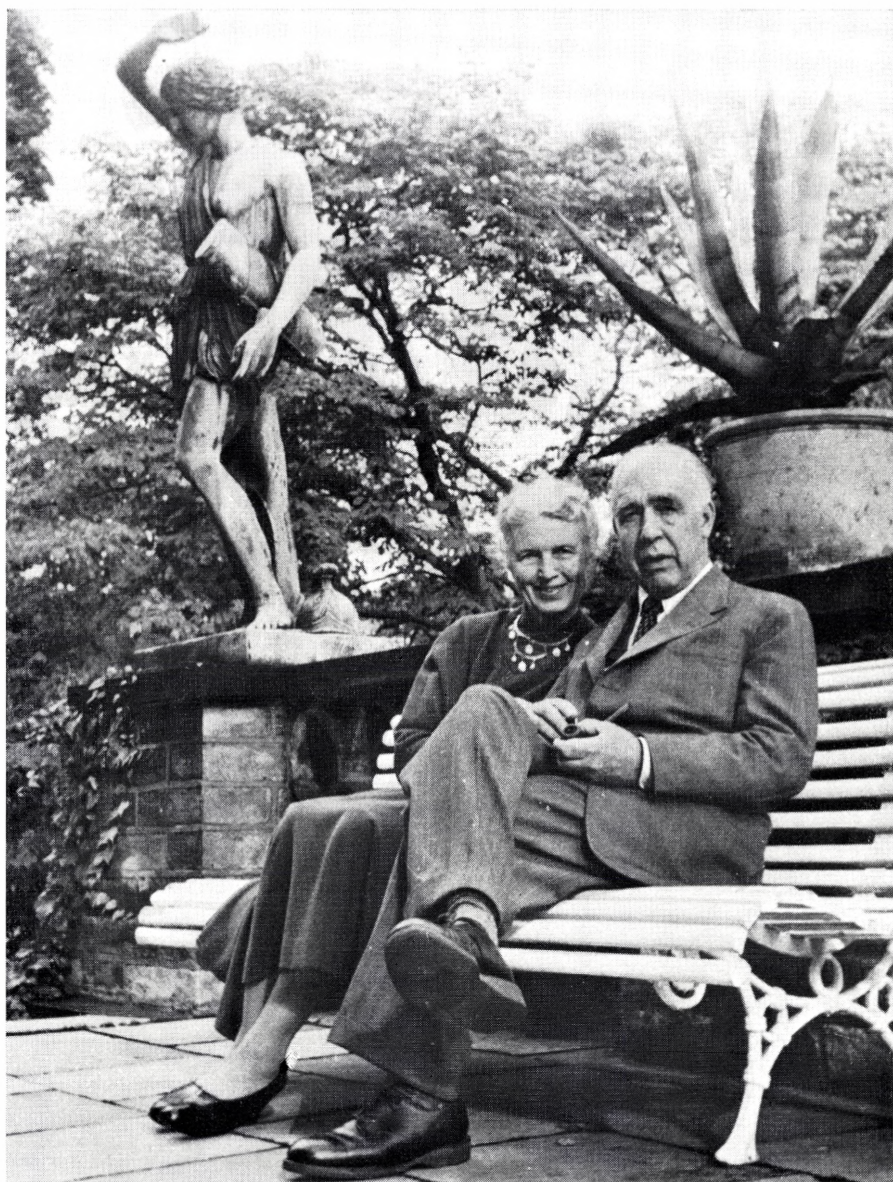
mumler: »Hans søn; men navnet er jo Frisch, så det må være en svigersøn.«

Medens alt dette postyr stod på i USA, gik vi i København roligt videre med vort arbejde. Lise Meitner tænkte sig, at også de fleste af de radioaktive stoffer, som man havde troet stod efter uran i det periodiske system, i virkeligheden var fissionsprodukter; en måned eller to senere kom hun til København, og vi bekræftede da hendes formodning ved at benytte en teknik, hun som den første havde benyttet tredive år forinden. Og alligevel havde vi midt i denne ophidselse overset det vigtigste punkt: kædereaktionen.

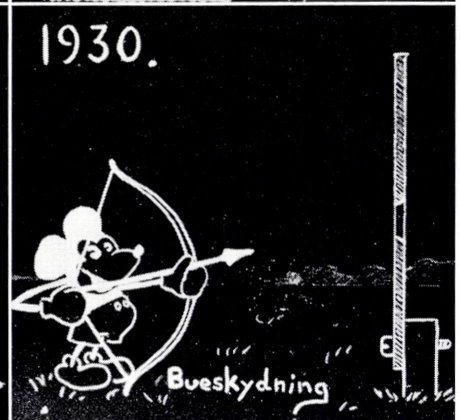
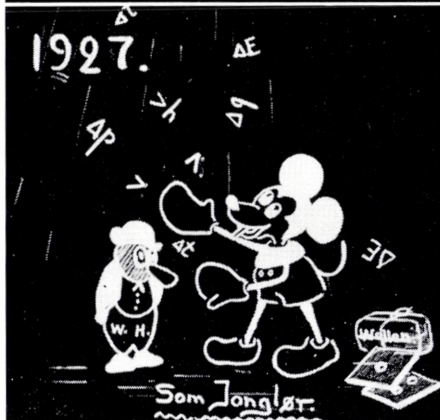
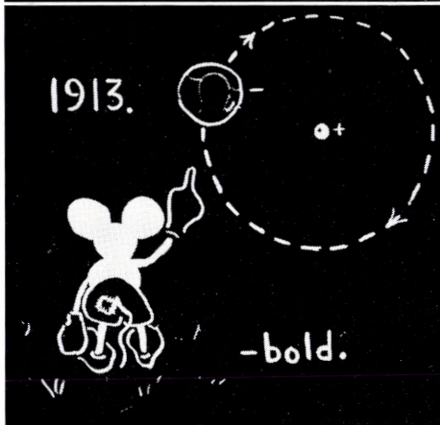
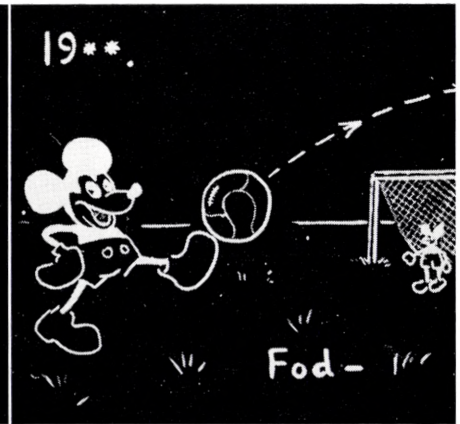
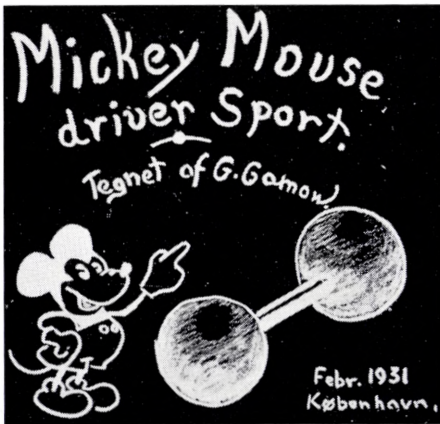
Jeg tror, det var flere uger senere, at Møller for første gang fremsatte den tanke, at fissionsfragmenterne kunne indeholde energi nok til at udsende én eller endda to neutroner. Mit umiddelbare svar var, at i så fald kunne der hverken eksistere uran eller uranlejer; de ville være sprunget i luften for længe siden som følge af den eksplosive produktion af neutroner i dem! Men jeg indså hurtigt, at dette argument var for naivt; uranmalmen indeholdt jo mange andre grundstoffer, som kunne opsluge neutronerne, og lagene var måske tynde, så de fleste neutroner ville undslippe. På denne måde opstod det spændende fremtidsperspektiv, at man ved (med den fornødne forsigtighed!) at samle en tilstrækkelig stor mængde rent uran kunne sætte en kontrollerbar kædereaktion i gang og frigøre kerneenergi i betydeligt omfang. Bombens spøgelse dukkede naturligvis også op, men det så i hvert fald foreløbig ud til, at det ikke behøvede at volde os megen ængstelse. Denne følelse af sikkerhed var baseret på et ræsonnement af Bohr, som var meget skarpsindigt og lod til at være overbevisende.

I en afhandling om teorien for fissionen, som Bohr skrev i samarbejde med Wheeler, havde han vist, at de fleste af de af fissionsfragmenterne udsendte neutroner ville være for langsomme til at fremkalde fission i den hyppigst forekommende uranisotop U^{238} . Den iagttagne fission ved langsomme neutroner tilskrev han den sjældne isotop U^{235} . Den eneste mulighed for at få en kædereaktion i gang med almindeligt uran var at sørge for, at neutronerne blev bremset, hvorved deres virkning på U^{235} forstærkes. På denne måde kunne man imidlertid ikke frembringe en effektiv eksplosion; opbremsningen af neutronerne tager tid, og selv om man var i stand til at skabe betingelserne for en hurtig produktion af neutroner, ville det i bedste (eller værste!) tilfælde føre til, at hele stofmængden spredtes, hvorved der kun ville blive frigjort en ubetydelig brøkdel af kerneenergien.

Alt dette var fuldstændig rigtigt, og udviklingen af kernereaktorer fulgte nøje de retningslinier, som Bohr havde forudset allerede få måneder efter opdagelsen af fissionen. Hvad han ikke havde forudset, var den fanatiske opfindsomhed hos de allieredes fysikere og ingeniører, som blev drevet frem af angsten for, at Hitler skulle udvikle det afgørende våben, før de selv gjorde det. Jeg var i England, da krigen brød ud, og i Los Alamos, da jeg så Bohr igen. På det tidspunkt var det blevet klart, at der var hele to veje, der førte til en effektiv kerneeksplosion: den ene bestod i renfremstillingen af den letsplaltelige isotop U^{235} , den anden i benyttelsen af det nye grundstof plutonium, der dannes i en kernereaktor. Mange af os var begyndt at gøre os bekymringer med hensyn til, hvad fremtiden skulle bringe en menneskehed, der var i besiddelse af så frygteligt et våben; endnu engang var det Bohr, der lærte os at tænke konstruktivt og se forhåbningsfuldt på situationen. Men dette er der andre, der har bedre forudsætninger for at berette om end jeg.



På en bænk i haven på Carlsberg. Billedet er taget i anledning af 70-års dagen i 1955



Dette er et eksempel på den mere spøgefulde side af livet på Institutet. Nogle billeder af en serie tegnet af fysikeren George Gamow, hvori han fremstillede atomfysikkens historie med Mickey-Mouse (= Niels Bohr) i hovedrollen

Fyrrerne og halvtredserne

Af Stefan Rozental

Min tilknytning til Universitetets Institut for Teoretisk Fysik daterer sig fra begyndelsen af 1938. I slutningen af tyverne og op til 1935 arbejdede jeg i Leipzig, hvor Heisenberg og Hund havde skabt et levende videnskabeligt centrum. Da det efter et tre-årigt ophold i mit hjemland, i Krakow, havde vist sig, at den politiske udvikling i Polen umuliggjorde en fortsat forbliven, fik jeg af Heisenberg det råd at tilbringe en tid i København, og det var også ham, der introducerede mig hos Niels Bohr. Dette råd reddede sandsynligvis mit liv, men derudover førte det mig ind i en kreds og i en virksomhed, der blev af afgørende betydning for hele min fremtid.

Instituttet så dengang ikke så lidt anderledes ud end nu og var betydeligt mindre. På den allerede da indviklede rumfordeling kunne man nemt se, at det havde været genstand for gentagne udvidelser. Denne udvikling, en slags formering ved knopskydning, fortsatte i årene efter krigen og førte til et noget uoverskueligt kompleks af bygninger, underjordiske gange og barakker, som en fremmed nemt løber vild i.

Instituttets form afspejler dets tilblivelseshistorie, der i sig selv er noget af et eventyr, når man betænker, at statens tilskud til den videnskabelige forskning på den tid kun var små, og at udviklingen af en institution var forbundet med et uendeligt slid med at skaffe de fornødne midler. Men hovedsagen var dog, at der lå en idé bag planerne, og inden for de snævre ydre rammer udfoldede der sig da også et liv og en virksomhed, hvis virkninger sporedes langt ude i verden, og som førte til en udvikling i fysikken, hvis mæge man kun ganske sjældent har været vidne til i videnskabens historie.

Den spæde begyndelse til denne udvikling blev lagt i Polyteknisk Læranstalts gamle bygning i Sølvgade. Bohr var i 1916 kommet hjem fra England, hvor han havde virket som lektor ved universitetet i Manchester, og havde overtaget et nyoprettet professorat i teoretisk fysik ved Københavns Universitet. Foruden Bohr og sekretæren Betty Schultz, som

siden da uden afbrydelse har virket i Instituttets tjeneste, var der kun een medarbejder, en ung hollandsk student, Hans Kramers. Alle tre delte et eneste værelse.

På det tidspunkt byggede atomteorien i videste omfang på de eksperimentelle oplysninger, som spektroskopien kunne give om det fra atomerne udsendte lys. Det var disse eksperimentelle resultater, teorien i første række skulle forklare, og de tjente da også som prøvesten for teorien. Bohr var fra begyndelsen klar over den befrugtende vekselvirkning mellem teori og eksperiment, og kort tid efter hans hjemkomst til Danmark opstod den tanke at skabe en institution, hvor teoretikere og eksperimentatorer kunne arbejde i nøjeste forbindelse med hinanden. Resultatet af dette intime samarbejde, der er fortsat gennem årene og stadig fortsætter, overgik alle forventninger og var måske overraskende for dem, der ikke havde gennemtænkt problemet så dybt, som Bohr gjorde det. For ham var det fra første færd åbenbart – og dette synspunkt blev han ved at betone gennem hele sit liv – at al fremskridt i videnskab skyldes samarbejde. Naturligvis var samarbejde tværs over landegrænserne indbefattet i dette billede, og Instituttet blev da også et centrum for et vidtomspændende internationalt samarbejde med tråde, der knytter det til mange andre centre i hele verden.

Det første hus, der blev indviet i 1921, er det, der idag står i midten af bygningskomplekset nærmest Blegdamsvejen. Det blev bygget på en grund, der blev anskaffet for midler indsamlet af en kreds af borgere, og der er noget symbolsk ved teksten på den indmurede tavle ved indgangen til Instituttet:

UNIVERSITETETS INSTITUT FOR TEORETISK FYSIK OPRETTEDES 1920 AF STATEN PAA EN GRUND TILVEJEBRAGT VED EN KREDS AF PRIVATE OG UDVIDEDES 1926 FOR MIDLER FRA INTERNATIONAL EDUCATION BOARD PAA EN GRUND SKÆNKET AF KØBENHAVNS KOMMUNE.

Den bærer vidnesbyrd ikke blot om Bohrs fremsynethed, men også om hans evne til at begejstre andre for sine planer, hvis berettigelse han selv var overbevist om.

Nogle år efter skænkede Københavns kommune den nabogrund, som omtales på mindetavlen, og her blev der både opført en bolig for bestyreren, der indtil da havde haft en lejlighed i hovedbygningens øverste etage og samtidig skaffet plads til en udvidelse af Instituttets eksperimentelle udrustning. På den anden side af hovedbygningen, hen mod Rigs-

hospitalet, opførtes i 1934 Universitetets Matematiske Institut med gennemgang til hovedbygningens auditorier og kældere. Dette var en konsekvent videreudvikling af den tanke, at sådanne discipliner som fysik og matematik, der kunne virke hånd i hånd og være til gensidig nytte, skulle placeres så nær ved hinanden, at den daglige kontakt var sikret. Desuden kom de to brødre Bohr, Niels og Harald – den sidste var bestyrer for Matematisk Institut – på denne måde til at virke under praktisk talt samme tag. Hvor meget det har betydet gennem alle år indtil Harald Bohrs pludselige død i 1951 kan vanskelig overvurderes. Det nære og smukke forhold mellem brødrene kommer med tydelighed til udtryk i et tidligere afsnit i denne bog. Ofte har jeg været vidne til, at Niels Bohr midt i en samtale, hvor man drøftede en eller anden vigtig afgørelse, pludselig forlod stuen med den bemærkning: »Jeg må lige tale med min bror« og vandrede over til Matematisk Institut. Eller også dukkede Harald Bohr op og fremlagde sit syn på sagen, medens han gik rundt i stuen med sin karakteristiske, lidt foroverbøjede holdning, med cigar i munden og begge hænder begravet i baglommerne.

Som allerede nævnt, var spektroskopiske undersøgelser i tyverne det fundament, atomteorien hvilede på. Der blev på et tidligt tidspunkt indrettet et spektroskopisk laboratorium, der var anbragt i et kælderlokale i gennemgangen til en lille værkstedsbygning, der befandt sig i baggården. Denne anbringelse var betinget af, at apparaterne skulle holdes på en så konstant temperatur som muligt, og her, lidt under jordoverfladen, var denne betingelse opfyldt.

Udbygningen af Instituttets eksperimentelle apparatur afspejlede nøje udviklingen inden for fysikken. Man anskaffede sådanne hjælpemidler, som på ethvert tidspunkt gjorde det muligt at følge aktivt med i de problemer, om hvilke interessen netop samlede sig. I trediverne begyndte man for alvor at trænge ind i spørgsmålet om atomkernens opbygning, og det eksperimentelle grundlag, man støttede sig på, var studiet af kunstigt frembragte atomkerneomdannelser. Til dette formål benyttede man alfa-partikler fra radioaktive stoffer. Alfa-partiklerne slynges ud fra disse stoffers atomkerner med store hastigheder, og når de rammer kerner i andre atomer, kan dette give anledning til omdannelser, der igen giver vigtige oplysninger om kernernes opbygning og egenskaber. Man får selvfølgelig flere oplysninger, hvis man varierer forsøgsbetingelserne med hensyn til de indfaldende partiklers karakter og hastighed, og det var naturligt, at

man begyndte at tænke på at fremstille anlæg, hvor man ved hjælp af stor elektrisk spænding kunne accelerere ladede partikler til ganske bestemte, veldefinerede hastigheder og bruge dem til at bombardere forskelligartede atomkerner med. Det første apparat af denne slags blev bygget i Cambridge i 1932, og allerede i 1935 fik også København et anlæg til at frembringe spændinger op til 1 million volt. Den store spænding kunne give anledning til gnister af anselig længde, og hallen, hvori apparaturet skulle anbringes på grunden Blegdamsvej 17, måtte derfor være så stor, at der ikke kunne ske gnistudladning til taget eller væggene.

I 1932 opdagede den engelske fysiker Chadwick neutronen, en partikel, som man hurtigt blev klar over dannede en integrerende del af atomkernerne. Den egenskab, at den var elektrisk neutral, gjorde den desuden særlig egnet til brug som projektil ved bombardement af atomkernerne. Her åbnedes en ny vej til at udvide vort eksperimentelle erfaringsområde, og mange steder greb man denne chance. Også det københavnske institut skulle snart få mulighed for at følge med i disse undersøgelser. I 1935 fejredes Niels Bohrs 50-års fødselsdag, og på initiativ af en kreds af hans venner, men navnlig takket være en udbredt forståelse for betydningen af hans forskning, indsamlede man tilstrækkelige midler til at erhverve 0.6 gram radium og overrække det til Bohr som gave på dagen. Når radium blandes med metallet beryllium, fremkalder de fra radiumkernerne udslyngede alfa-partikler en omdannelse i berylliumkernerne, hvorved der udsendes neutroner. Denne blanding, der altså virker som en neutronkilde, kunne benyttes til forsøg. Selv om 0.6 gram ikke lyder af så meget, måtte hele mængden fordeles i 6 enkelte portioner, hver indeholdende 0.1 gram radium. Strålingen var så stærk, at en kilde i umiddelbar nærhed af en levende organisme kunne forårsage farlige forbrændinger. Kilderne blev derfor monteret på lange pinde og altid transporteret med stor forsigtighed, idet man holdt præparatet så langt fra sig som muligt. For at undgå strålingens virkninger opbevarede man kilderne i en dyb brønd i et af rummene i kælderen.

Dette »brøndrum« spillede også på anden måde en betydningsfuld rolle i Instituttets liv. Her holdtes nemlig de årlige julefester. Brøndens låg tjente som bord, et juletræ stod i midten, og ved en beskeden servering af pølser og øl samledes hele personalet, fra chefen til den yngste lærling i værkstedet. Festens hovedbegivenhed var den tale, Niels Bohr plejede at holde og hvori han gjorde en slags status over det forløbne år. Denne skik

blev opretholdt i mange år, også efter krigen, men da Instituttet og dets medarbejdere voksede, blev den opgivet på grund af pladsforholdene.

De omtalte højspændingsapparater, der dannede udstyret i mange laboratorier verden over, var af tekniske grunde begrænset til nogle få millioner volt. Det kom derfor meget belejligt, at fysikerne i midten af trediverne fik et nyt og kraftigt middel i hænde til at accelerere ladede partikler til endnu højere energier. Apparatet, der fik navnet cyklotron, blev opfundet af den amerikanske fysiker Lawrence. De ladede partikler der løber i næsten cirkelrunde baner i et magnetfelt, accelereres af en forholdsvis lille spænding, men gennemløber denne spænding mange gange. Disse mange forholdsvis små påvirkninger resulterer i, at partiklen får en hastighed, som om den på een gang havde gennemløbet et stort spændingsfald, og dens bane vil se ud som en slags spiral, hvis ende ligger i magnetfeltets periferi. Her anbringes så de stoffer, man ønsker bombarderet med de hurtige atomprojektiler.

Instituttets cyklotron kom i gang i året 1938 som en af de første i Europa. Når dette lod sig gennemføre, skyldtes det et samspil af forskellige gunstige omstændigheder. Først og fremmest var det Bohrs evne til at overbevise andre om rigtigheden af en sag, han selv troede på. Thrige-fondet bevilgede midler til bygning af cyklotronen, og selve Thrige-fabrikkerne gik med interesse ind for opgaven at konstruere apparatets store magnet, der skulle opfylde særlige tekniske krav, en meget speciel opgave, som blev løst på fremragende måde. Det andet aktiv var Instituttets dygtige medarbejderstab. Og endelig viste det internationale samarbejde sig også her at bære frugt, idet en af Lawrence's medarbejdere, L. J. Laslett, der havde deltaget i opbygningen af den første cyklotron i Californien, kom til København, hvor han i et års tid kunne bistå de danske kolleger med sin erfaring. I dag er den københavnske cyklotron en af de mindste i verden, fordi acceleratorteknikken i mellemtiden har gjort enorme fremskridt, men den er stadig i brug og ved dens hjælp opnåedes mange smukke resultater.

Således så Instituttet ud i store træk, da jeg ankom dertil i 1938. Den spektroskopiske afdeling og højspændingsanlægget var i gang, og cyklotronen var ved at blive færdig. Der var endnu en side af den videnskabelige virksomhed, der ganske vist lå i et grænseområde mellem fysik og biologi, men alligevel dannede et vigtigt led i Instituttets daglige liv og arbejde. En forholdsvis ny, men hurtigt voksende afdeling under George de Hevesy

var beskæftiget med anvendelsen af kunstige radioaktive isotoper til udforskning af biologiske fænomener. Hevesys venskab med Bohr gik tilbage til årene, da de begge opholdt sig i Rutherfords laboratorium i Manchester. Senere kom Hevesy indbudt af Bohr til København og virkede her i årene 1920–26 og 1934–43, hvor han gennemførte en række betydningsfulde undersøgelser. Allerede på et tidligt tidspunkt havde han været inde på tanken om anvendelsen af »mærkede atomer«, d. v. s. isotoper, der, hvad kemiske egenskaber angår, er helt identiske med de sædvanligt forekommende, men som kan spores ved hjælp af deres fysiske egenskaber, f. eks. forskellen i massen eller den radioaktive stråling. En tid benyttedes deuterium (den tunge britisotop), der indgår som bestanddel i det tunge vand. Men store perspektiver åbnedes, da det i 1933 lykkedes ved hjælp af atomkernedannelser at fremstille kunstige radioaktive isotoper. Niels Bohr var dybt interesseret i sådanne forsøg, der tillod at følge kemiske processer i levende organismer, og et af motiverne for bygningen af cyklotronen var netop ønsket om at kunne fremstille kunstige radioaktive isotoper på en mere effektiv og rationel måde end hidtil ved hjælp af neutronkilderne. I dag kan man få næsten ubegrænsede mængder af sådanne isotoper ved bestråling i reaktorer. Instituttet holdt et antal forsøgsdyr, fra kaniner og høns til frøer og hundestjler, men også medarbejderne fungerede engang imellem som forsøgsobjekter. Således drak Hevesy selv engang et helt glas tungt vand, vel nok den dyreste drink et menneske nogensinde havde indtaget. Vandet var imidlertid en gave fra producenten.

Endnu et punkt må nævnes, når billedet af Instituttet i disse år skal være fuldstændigt. Niels Bohr var medstifter og meget aktivt medlem af den i 1933 dannede Danske Komité til Støtte for Landflygtige Åndsarbejdere, hvor han, sammen med sin bror Harald, direktør for Seruminstituttet Thorvald Madsen, professor Aage Friis og højesteretssagfører Albert V. Jørgensen organiserede hjælp for de intellektuelle, der på grund af Hitlers forfølgelser måtte flygte fra Tyskland. Instituttet var stærkt engageret i denne aktivitet. Mange af de tyske fysikere, der på grund af omstændighederne måtte forlade hjem og arbejdsplads, fandt et første tilflugts- og arbejdssted i København. Begge brødrene Bohr lagde megen energi i denne vanskelige hjælpevirksomhed. Det gjaldt både om at skaffe muligheder for et midlertidigt ophold i Danmark, om senere at finde passende stillinger i et eller andet land og om de vanskeligheder, der dengang kunne opstå på grund af myndighedernes uvilje mod at give flygtninge til-

ladelse til indrejse og arbejde. Desværre er al korrespondance og andre dokumenter, som kunne give et billede af dette omfattende arbejde, blevet brændt straks efter Danmarks besættelse i 1940.

Diskussionerne ved kollokvierne og foredrag, og ikke mindst ved frokost og eftermiddagste – medarbejdernes antal var ikke større end at alle kunne få plads omkring et stort bord – kredsede på denne tid omkring problemet om atomkernens opbygning. Den af Bohr fremsatte væske-dråbemodel åbnede vejen til forståelse af mange af de nyopdagede egenskaber hos atomkernerne. Som altid foregik disse samtaler i en atmosfære, hvor alvor og spøg supplerede hinanden på en harmonisk måde. Dertil bidrog ikke mindst Frisch's halvt humoristiske tegninger, han var i øvrigt også storleverandør af karikaturer.

Alt imens intensivt arbejde pågik på Institutet, samledes tunge skyer over Europa. Østrig og Czekoslovakiet blev okkuperet af Hitler, og for Bohr, hvis bedømmelse af den politiske udvikling var præget af sjældent klarsyn, var der ingen tvivl om, hvor det bar hen. I efteråret 1938 fandt igen en af de sædvanlige årlige sammenkomster sted, hvor gamle medarbejdere mødtes for på uformel måde at drøfte problemerne og gennem diskussion og kritik at søge belæring. Men denne gang kom kun ganske få, og stemningen var meget trykket. Nye grupper videnskabsmænd var i vanskeligheder. Lise Meitner, født i Wien og østrigsk statsborger, måtte efter Tysklands anneksion af Østrig forlade sin stilling ved Kaiser-Wilhelm-Institutet i Berlin og rejste til Holland. Herfra kom hun over København til Stockholm, der i en årrække skulle blive hendes nye hjem. Udviklingen i Italien tvang en række fremragende fysikere til at gå i landflygtighed, og flere af dem lagde vejen over København. I efteråret 1938 kom Fermi fra Rom på et kort besøg til København, og ved denne lejlighed lovede Bohr ham at give ham besked, så snart han underhånden fik bekræftelse på den forestående tildeling af Nobelprisen. Under påskud af, at de alle ønskede at overvære overrækkelsen af prisen i Stockholm i december, kunne hele familien Fermi så undslippe til Amerika.

Den dramatiske udvikling i atomkernefysikken i forbindelse med opdagelsen af uranfissionen og den rolle, som det københavnske institut kom til at spille ved tolkningen af dette fænomen, omtales andetsteds i bogen. Om mulighederne for fremstilling af atombomber talte Niels Bohr i et foredrag holdt i Selskabet for Naturlærens Udbredelse i december 1939 og offentliggjort i Fysisk Tidsskrift i 1941, hvor hele problemet er klart afgrænset,

både med anvendelsen af den almindelige, i naturen forekommende blanding af uranisotoper og med benyttelse af rene isotoper. Om den sidste tanke sagde han: »Med de nuværende tekniske Hjælpemidler er det dog udelukket at renfremstille den sjældne Uranisotop i saa store Mængder, at de omhandlede Kædeprocesser kan realiseres.« Det viste sig også, at der krævedes en indsats af dimensioner aldrig før kendt i industriens historie og kun mulig som led i intensiv krigsanstrengelse til at renfremstille de nødvendige mængder af rene isotoper.

Den 1. september 1939 marcherede tyske tropper ind i Polen, den 3. september fulgte den engelske og franske krigserklæring. Nogle dage efter krigens begyndelse blev Institutet involveret i en samfundsopgave af noget usædvanlig karakter. Med erfaringerne fra første verdenskrig i erindring, kunne man ikke udelukke mulighederne for en gaskrig, og på ansvarligt hold her i landet gjorde man sig tanker om, hvordan man i tilfælde af gasangreb bedst kunne organisere hjælpen til befolkningen. En af dem, der udviste den største aktivitet i denne sag, var kirurgen, professor Chievitz. Hans plan gik ud på at forsyne alle landets hospitaler med apparater til behandling af gasforgiftede ved tilførsel af en strøm af ilt gennem næsen. Ingen fabrik ville imidlertid påtage sig en hurtig levering af sådanne »næskatetere«, og Chievitz henvendte sig derfor til sin nære ven Niels Bohr om råd og hjælp. Denne tilbød da, at Institutet ville fremstille det ønskede antal næskatetere, ganske vist i en noget primitiv udførelse, men til gengæld i løbet af ganske kort tid.

Alle Instituttets medarbejdere, inklusive teoretikerne, trak nu i kittel, og i de følgende dage udfoldede der sig en aktivitet efter bedste samlebåndsprincip. Efter en uges tid lå over 6000 katetere med tilbehør indpakket i papkasser og kunne afgå til landets hospitaler. Heldigvis kom de aldrig til anvendelse.

Til trods for de store vanskeligheder, den uvante isolation og det stærke nervepres man levede under, var tiden under krigen arbejdsmæssig set en forholdsvis god periode. Dette skyldes først og fremmest Niels Bohrs energi og evne til at finde interessante problemer, hvis behandling lå inden for Instituttets muligheder, men også den fantasi, med hvilken han fandt på udveje til at løse de af krigen skabte vanskeligheder. Den følelige mangel på materialer, først og fremmest metaller, blev afhjulpet af Carlsberg bryggerierne, der lånte Institutet en større mængde metal af deres lager. Da USA var kommet med i krigen, ophørte naturligvis udbeta-

lingen af de løbende tilskud fra Rockefellerfondet som var afgørende for Instituttets eksistens. Her var det igen Carlsbergfondet, der efter Bohrs anmodning hjalp ved at lægge beløbene ud til senere afregning med Rockefellerfondet. De blev også refunderet efter krigen.

Instituttets eksperimentelle udstyr kunne trods tidernes ugunst udvides. I den ene ende af den hal, der rummer højspændingsaggregatet, fandt man plads til en højspændingsgenerator af Van de Graaff-typen til en spænding af mellem 2 og 2.5 millioner volt. Gnisterne fra en sådan spænding kan være betydelig længere end fra den ældre generator, og maskinen ville derfor normalt kræve en større hal med større afstande til vægge og loft. Når generatoren anbringes i en tank med luft under ca. 7 atmosfærens tryk, kan gnistafstanden reduceres til en syvendedel med den deraf følgende betydelige pladsbesparelse. Opgaven var imidlertid ikke helt nem at løse. Trykluktsbeholderen blev fremstillet af Helsingør Skibsværft i en tid med mangel på kul og metal, og under opbygningen af selve acceleratoren måtte man anvende forhåndenværende dele, der ofte efter monteringen viste sig som ikke egnede, således at hele arbejdet måtte gøres om.

Det andet vigtige hjælpemiddel, der i disse år indlemmedes i Instituttets udrustning, var en isotopseparator bygget efter en ny metode. Apparatet, der benyttedes den dag i dag, blev senere i lignende form opstillet på flere laboratorier i udlandet.

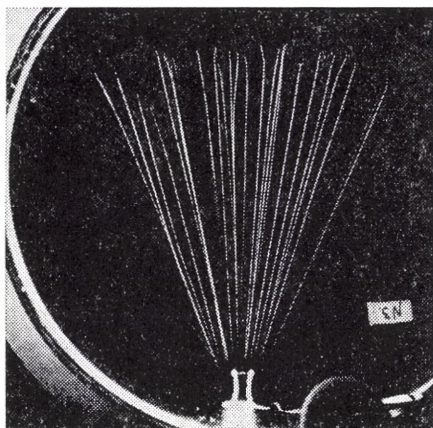
Selv med alle disse apparater har Instituttets eksperimentelle udrustning altid været meget beskednen, sammenlignet med tilsvarende institutioners andetsteds. Når der alligevel kunne opnås resultater af betydning, lå det i, at opgaverne – selv om de måtte være tilpasset de forhåndenværende muligheder – berørte centrale problemer. Den nære kontakt mellem eksperimentalfysikerne og teoretikerne spillede en væsentlig rolle, men først og fremmest var det Bohr, der med klarsyn og intuition så de enkle sammenhænge der, hvor andre følte sig stillet over for et virvar af data og resultater. Teorien for uranets fission og den rolle, de to uraniso-toper spiller i fissionen, var typiske eksempler på den måde, hvorpå han kunne skære igennem problemerne.

Hertil hører også de resultater, der blev opnået i krigens første år, under næsten total isolation fra omverdenen, på basis af de på Instituttet optagne tågekammerbilleder af fission.

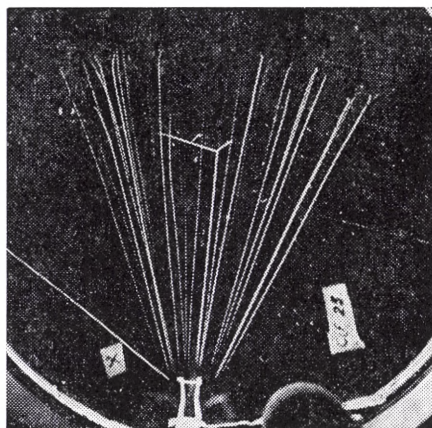
Et tågekammer er en anordning, hvori de atomare partiklers baner kan gøres synlige ved at overmættet vanddamp i en lukket beholder fortættes

til dråber langs den af partiklen gennemløbne bane. Sådanne spor, der i princippet minder om dem, jetjagerne danner under deres flyvning i luftens høje lag, kan fotograferes gennem beholderens glaslæg. Anbringer man noget uran på et folie i tågekammeret, og bombarderes præparatet med neutroner, vil man engang imellem iagttage to fra foliet udgående spor af de to fragmenter, urankernen splittes op i. Man skal tage mange billeder for at være heldig at få et billede af fænomenet, og det koster derfor megen tid at samle et nogenlunde omfattende materiale.

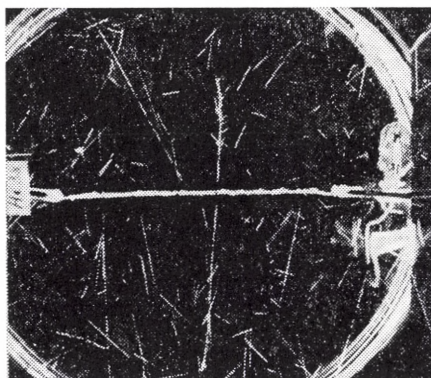
Det var overraskende fotografier, man fik ved disse forsøg. De lignede



Baner af alfa-partikler



En alfa-partikel støder sammen med en atomkerne



Baner af de to fragmenter, der slynges ud ved fission af en urankerne

(Tågekammerbilleder optaget af J. K. Bøggild)

ikke nogen af de hidtil kendte billeder af f. eks. alfa-partikler udsendt fra radioaktive kerner. Alfa-partiklernes baner er temmelig retlinede, og først helt til slut, når partiklen har mistet det meste af sin hastighed, kan de få et lille knæk. En sjælden gang når alfa-partiklen støder sammen med en kerne af luftarten, eller når den giver anledning til en kerneomdannelse, ser man to retlinede baner udgå fra dette punkt. Helt anderledes forholder det sig med fissionsfragmenterne. Deres baner er mere eller mindre krumme – særlig stærkt krummede når kammerets luftart består af tunge atomer – og desuden ser man et antal små grene, der udgår fra banens forskellige dele. På de billeder, hvor man kan se begge fragmenters baner, er det tydeligt, at de er af forskellig længde, hvilket er forståeligt på grund af den forskellige energi, hvormed de to dele slynges fra hinanden i spaltningsøjeblikket. Det varede ikke længe, inden mystikken omkring de mærkelige billeder blev hævet ved en enkel forklaring givet af Bohr. Alfa-partiklerne støder fortrinsvis sammen med gasatomernes lette elektroner, hvilket ikke påvirker banens retning føleligt. Kun de sjældne sammenstød med atomkernerne giver en større ændring af banens retning. De tunge og energirige fissionsfragmenter vil imidlertid undergå mange kernesammenstød, der giver anledning til de før omtalte grene; ofte kan grenene ikke ses, men de mange små knæk summerer sig op til den iagttagne runding af banen. En lille 2-sides artikel i det amerikanske tidsskrift »Physical Review« gav en meddelelse om disse synspunkter med bebudelse af en mere indgående bearbejdelse af hele problemet i en senere afhandling i Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Meddelelser. Med sin sædvanlige optimisme regnede Bohr med, at den detaljerede fremstilling kunne blive færdig i løbet af nogle måneder, og for at lette citeringen af den, reserverede han et bestemt nummer i Meddelelserne. Men afhandlingen blev ikke publiceret førend flere år efter krigen, således at Meddelelsernes bind 18 bærer den mærkelige årstalsbetegnelse 1940–48, medens bind 19 er dateret 1941–42!

I slutningen af marts og begyndelsen af april 1940 var Bohr i Norge, hvor han bl. a. holdt et foredrag om atomkernernes omdannelser. Aftenen før sin hjemrejse var han til middag hos kong Haakon og fortalte bag-efter om den trykkede stemning, der herskede i norske regeringskredse, som forudså det kommende tyske angreb. Den 8. april rejste Bohr hjem og ankom til København den 9. om morgenen, samme dag som tyskernes flyvemaskiner drønedede over København.

Det var karakteristisk for Niels Bohr, at noget af det første, han foretog sig, var at kontakte universitetets rektor og andre danske myndigheder for at beskytte de medarbejdere på Institutet, som tyskerne kunne tænkes at ville udsætte for forfølgelse. I lang tid lykkedes det ham også at holde arbejdet gående, selv om det gærede under overfladen og begivenhederne på dramatisk måde lagde beslag på tid, kræfter og nerver. Medarbejderstaben skrumpede ind: ingen udenlandske gæster kunne komme, og de få, der var tilbage, forlod efterhånden landet. Men først og fremmest var det presset fra verdensbegivenhederne, der lagde sig tungt over sindene. Hvor Bohr end opholdt sig – hjemme, på Institutet eller hos venner – hørte han hver eneste radioavis, både herfra og fra BBC. Den almindelige krigssituation og det, der skete i de nærmeste omgivelser, beskæftigede tankerne og gav anledning til lange samtaler og spekulationer over krigens gang.

I februar 1940 rejste Léon Rosenfeld, der i mange år havde samarbejdet med Bohr, til Belgien, og nogen tid efter spurgte Niels Bohr mig, om jeg ville hjælpe ham i hans arbejde. Dette blev en afgørende ændring i min tilværelse og indledningen til en lang og lykkelig tid med nær tilknytning til Niels Bohrs arbejde.

Der er ofte, ikke mindst i denne bog, blevet fortalt og skrevet om Bohrs særprægede måde at arbejde på. For en udenforstående kunne den synes mærkelig, men lærte man den nærmere at kende, indså man, at den var i fuldstændig overensstemmelse med hans almindelige indstilling. Der foreligger – bortset fra personlige breve og korte optegnelser – kun få manuskripter fra Bohrs egen hånd. Han tænkte altid bedst, når han ikke skrev selv, men dikterede. Der findes tekster skrevet af hans mor, af hans bror, hustru, børn, svigerbørn og talrige medarbejdere og maskinskrevet af sekretærerne. Men desuden var det et behov for ham, at der var nogen til stede, som han kunne tale til og diskutere problemerne med. Denne levende resonansbund var for Bohr en nødvendighed, et middel til at gennemprøve argumenternes bærekraft, og han var uhyre lydør over for enhver bemærkning af kritisk art, ja ligefrem opfordrede til en sådan kritik. Ofte var diskussionen et middel til at finde frem til den bedst mulige formulering af en sætning. Enhver bemærkning om ordvalget greb han med begærlighed som en kærkommen anledning til at foretage en ændring af teksten, så tankerne kom frem med større klarhed. Dette var også tilfældet, når det drejede sig om breve, selv angående

mindre betydelige spørgsmål. Bohr hadede at gøre ulejlighed, men opdagede han i en maskinskrevet renskrift af et brev en skrivefejl, der ikke kunne rettes ved radering, blev han som oftest meget glad: »For så kan vi være bekendt at rette andre steder også«. Hans stående udtryk var: »Lad os nu få det skrevet på maskine, så har vi noget at rette i«. Manuskripter var i det hele taget »noget man kan rette i«. De, der læser Bohrs afhandlinger, gør sig næppe helt klart, i hvilket omfang de var resultatet af en uafbrudt, sej kamp med stoffet og en sammenbidt vilje til at forbedre indholdet, ligegyldig hvor mange anstrengelser og hvor megen tid det skulle koste.

Der fortælles en anekdote, der går ud på, at det ikke var muligt at spille skak med Bohr, for – som man sagde – hver gang en af spillerne gjorde et træk, der kunne udnyttes til fordel for modstanderen, satte Bohr alle brikkerne i udgangsstilling for »at gøre det bedre«. Anekdoten er måske slet ikke sand, men i Bohrs ånd må det nok være tilladt at fortælle den; han elskede en god historie og mente, at en sand historie ikke behøver at være sand. Han morede sig over det fine ordspil, hvor det første »sand« benyttes i betydningen »rigtig god«. I denne sammenhæng plejede han at citere en tysk kollega, der skal have sagt: »Aber mein lieber Herr, bei der Wiedergabe einer wahren Geschichte soll man sich nicht allzu sehr von den Zufälligkeiten der Wirklichkeit beeinflussen lassen«. (Min herre, når man gengiver en sand historie, skal man ikke lade sig påvirke alt for meget af virkelighedens tilfældigheder).

Det kunne ikke undgås, at man somme tider – navnlig i begyndelsen – i sit stille sind betvivlede, om det nu var værd at lægge så meget arbejde i en tekst, når læseren måske slet ikke ville lægge mærke til de ofte hårfine nuancer. Men man lærte hurtigt, at kun når en tekst var i den grad gennemarbejdet og gennemtænkt, ville den – uanset den fremtidige udvikling – beholde sin værdi. Sætningerne kunne være lange og tunge, men det var fordi forudsætningerne og betingelserne for indholdets rigtighed var omhyggeligt formuleret. Diskussionerne om en sætnings, ja et enkelt ords, betydning eller nuance kunne danne udgangspunkt for en større udredning, der somme tider førte langt bort fra det oprindelige emne, men nåede tilbage til dette med det resultat, at tanken var blevet afklaret. Jeg husker et tilfælde, hvor vi efter en anstrengende eftermiddag var kørt fast. Der var en sætning, der ikke ville makke ret, hvordan man end vendte og drejede den. Da man var træt og ikke kunne komme videre, besluttede

man at »sove på det«. Næste morgen blev jeg modtaget af en glad og veloplagt Bohr, der endnu inden han nåede at sige goddag, udbrød: »Nu har jeg det, vi tilføjer »however« i begyndelsen af sætningen«. Denne oplevelse har jeg ofte måttet tænke på, når jeg havde vanskeligheder ved skriftlig formulering af mine tanker og kæmpede med en genstridig tekst. Jeg glemmer heller aldrig den belæring jeg har fået af Bohrs definition af en ekspert som en mand, der af egen smertelig erfaring har lært en lille bitte smule om nogle af de allergroveste fejl man kan begå på et nok så snævert område.

Bohr havde den opfattelse, at indhold og form danner en uadskillelig enhed, og at der ikke kan skelnes mellem detaljer og helhed. Ofte citerede han de islandske sagahelte, der vandrede i fjeldene for at »samle ord og tanker«. Denne indstilling kom tydeligst frem, når det drejede sig om at skrive om emner af erkendelsesteoretisk eller i det hele taget af mere almindelig karakter. Et sådant tilfælde opstod et års tid efter besættelsen, da Bohr blev opfordret til at skrive forordet til et flerbindsværk om »Danmarks Kultur ved Aaret 1940«. Under indtrykket af de tyske sejre var man i mange kredse bange for udviklingen og følte, at det var påkrævet at gøre en slags status over Danmarks kulturelle stade, sådan som det tegnede sig ved besættelsen.

Bohr sagde ja til opfordringen, men han gik i gang med arbejdet uden at være helt klar over, hvordan han ville gribe emnet an og på en halv snes sider sammenfatte de træk, der måtte anses for at være karakteristiske for dansk kultur. Det blev en slidsom, men betagende tid, hvor tankerne efterhånden groede op, ofte ad mærkelige veje, med udgangspunkt i en lille bemærkning eller idé. Her var det, at Bohr mere end nogensinde pålagde sig den formelle tvang, at de enkelte afsnit skulle være lige lange, og at hvert skulle behandle sin afsluttede tanke. Derved blev man, sagde han, nødt til at arbejde mere koncentreret med indholdet for at tilfredsstille formens særlige karakter, på samme måde som digterne (i hvert fald før i tiden) krævede, at der skulle være rim og rytme i deres digte. I et digt, sagde Bohr, kan tankerne ofte udtrykkes bedre end i almindeligt sprog, fordi digtets strenge opbygning tvinger forfatteren til at arbejde mere ihærdigt med stoffet.

I de små to måneder udarbejdelsen af den 9 sider lange artikel stod på, plejede jeg at komme til Carlsberg om morgenen og gå derfra sent om aftenen. Artiklens indhold og form var som et levende væsen, som kunne

følges fra den spæde begyndelse, hvor man endnu næppe anede, hvilken vej udviklingen ville gå, som voksede, ændrede karakter og hele tiden sugede næring fra de mest forskellige kilder. Ofte diskuterede man længe et ord, betydningen af det ene eller det andet udtryk, og kom derved til at gøre sig meningen helt klar. Det var Danmarks stilling som et lille land, med gammel tradition, men åbent for alle strømninger udefra, der blev artiklens ledemotiv. Bohr citerede med betagelse H. C. Andersens digt: I Danmark er jeg født, der har jeg hjemme, og fremhævede den fine pointe, der lå i brugen af ordet »fra« i den følgende linie: »Derfra min verden går«; den giver netop den stemning, som ligger i bundethed med traditionen og åbenheden over for det nye.

Mange gange rykkede bogens udgiver for manuskriptet, men det kom ikke ud af huset, førend det var gennemgået i de mindste detaljer. Ofte blev Harald Bohr eller andre venner tilkaldt i tekstens forskellige udviklingsstadier for at ytre deres mening. Da manuskriptet omsider var gået til trykning, tog det endnu syv korrekturer, inden det – i en igen helt forvandlet skikkelse – så dagens lys.

Helt til sin død bevarede Bohr sin rentud fænomenale arbejdsevne. Selv de yngre medarbejdere havde ofte vanskeligt ved at vise samme udholdenhed. Blev begge parter for alvor trætte, gik man en lille rundtur i Carlsbergboligens store have. Eller også forsvandt Bohr pludselig med ordene: »Jeg kommer straks tilbage, jeg skal lige sige noget til min kone«. Ofte havde man ham mistænkt for, at det ikke var noget umiddelbart hastende, der skulle meddeles, det var blot trangen til hos hende at hente styrke og inspiration til fortsat arbejde.

En meget karakteristisk egenskab hos Bohr var hans beskedenhed. Der var mennesker der troede, at denne beskedenhed blot var en slags koketteri, men ingen opfattelse kunne være mere fejlagtig. Denne holdning var nemlig dybest set en logisk følge af hans almindelige indstilling til livet. Gang på gang gav han udtryk for, at det et enkelt menneske kan udrette kun kan være et beskedent bidrag, hvad enten det drejer sig om udviklingen inden for videnskaben eller på andre områder. Fremskridt er betinget af samarbejde mellem mange mennesker, der stræber mod et fælles mål. Jeg tror endda, at denne beskedenhed påvirkede hans måde at tale på, når han holdt foredrag, hvor han sænkede stemmen ved vigtige ord, navnlig når de havde med hans egen indsats at gøre. Ved et møde af Instituttets gamle medarbejdere der afholdtes i København 1951 holdt Niels

Bohr et 2-timers retrospektivt foredrag om atomfysikkens udvikling, hvor han fremhævede mange videnskabsmænds indsats, men uden at nævne sig selv.

Bohr var æresdoktor ved mange universiteter og højere læreanstalter rundt om i verden og medlem af talrige akademier. Mange videnskabelige og andre udmærkelser blev tildelt ham i tidernes løb. Ydre tegn på hædersbevisninger lagde han imidlertid ikke stor vægt på, men han skattede højt den venlighed, de var udtryk for.

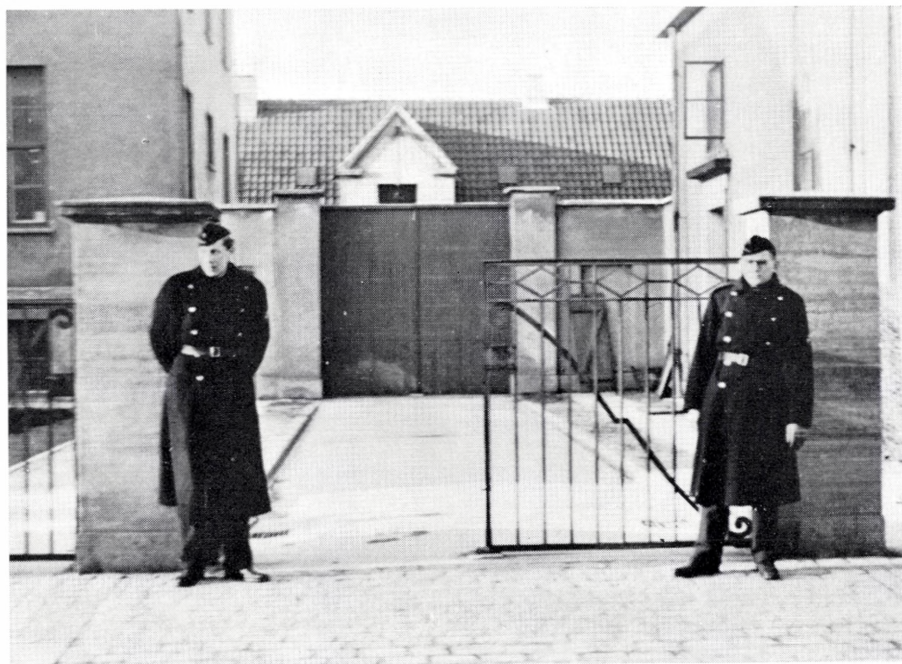
Bohr var dog klar over, at den fremtrædende stilling, han kom til at indtage både inden for videnskaben og i det offentlige liv, gjorde, at man tillagde hans ytringer og domme stor betydning, og han var derfor meget forsigtig med udadtil at give skarpe udtryk for kritik. Klassisk er historien om samtalen mellem en dansk fysiker og en bedrøvet udenlandsk gæst, der mente at have holdt et dårligt foredrag. På spørgsmålet om, hvorfor han troede det, svarede han: »Jo, Bohr sagde bagefter, at det havde været meget, meget interessant«. Et andet af Bohrs yndlingsudtryk, når en foredragsholder havde fremsat tvivlsomme påstande, og Bohr ville glatte ud efter et kritisk diskussionsindlæg, var: »Vi er mere enige, end De tror«. Da Bohr engang i en diskussion for at mildne indtrykket af en påfølgende kritik begyndte med at rose sin modpart, afbrød hans gode ven Ehrenfest ham med den sidenhen berømte sætning: »Herr Bohr, fangen Sie gleich mit dem Aber an« (begynd straks med »men«).

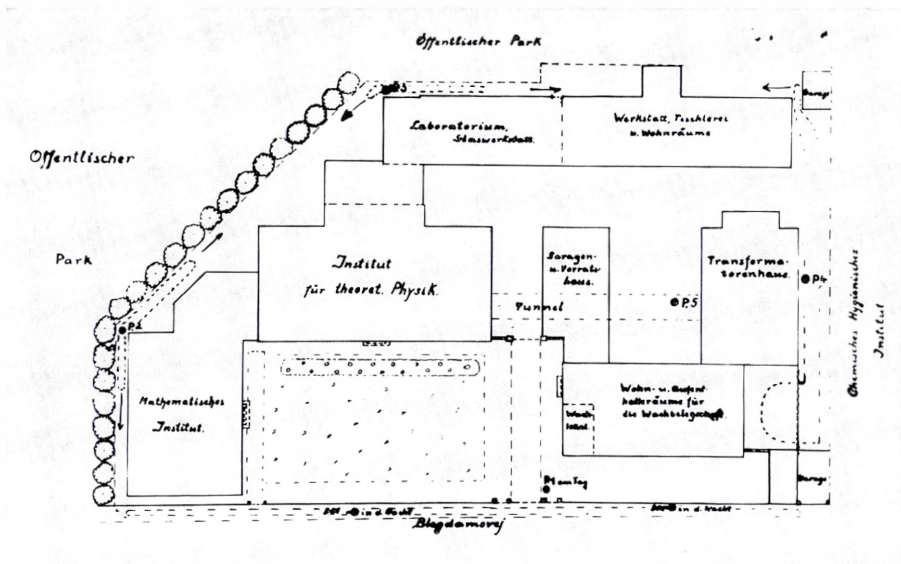
Argumentets magt var for Bohr det vigtigste. På samme måde som man gennem en omhyggelig diskussion måtte kunne finde frem til, hvad der var den rigtige løsning af et fysisk problem, måtte det også være muligt at nå frem til en sådan erkendelse på andre områder. En logisk nødvendighed måtte kunne gøres klar for enhver. Og lykkedes det ikke, lå fejlen i, at argumenterne ikke havde fået en tilfredsstillende formulering. »Nu tror jeg, jeg har fundet en ganske god måde at sige det på«, kunne han kommentere en samtale, ført med tredje person. Denne tillid til argumenternes betydning gjorde, at han hadede at give ordre. Enhver sag burde gennemdiskuteres til bunds, således at alle kunne overbevises og være enige. En lille selvoplevet episode er meget karakteristisk i denne henseende. Bohr drøftede et mindre, praktisk spørgsmål med Instituttets inspektør og mig, hvor vi to havde en anden mening end han selv. Efter at samtalen havde varet længe og ikke bragt en overensstemmelse til veje, talte Bohr med hver enkelt af os på tomandshånd. Men da det heller ikke



Instituttet holdtes besat af tysk militær i to måneder i 1943-44. Her ses en tysk soldat på vagt foran indgangen

Efter frigivelsen i februar 1944 blev de tyske vagtposter erstattet med mænd fra Civilbeskyttelseskorpset (de såkaldte CB-ere)





Planen over de tyske vagtposters rondring omkring Institutet angivet ved de stiplede linier

Kopenhagen, den 3. Februar 1944.

U e b e r g a b e v e r h a n d l u n g .

Am heutigen Tage - 16.30 Uhr - wurde das Universitetets Institut for Teoretisk Fysik, Kopenhagen, Blegdamsvej 15 mit allen Røumen und Gerøeten fuer den Rrktor der Universitat Kopenhagen an die Herren

Professor Christian Dr. M e l l e r und
Professor Dr. J.-C. J a c o b s e n

ordnungsgemess uebergeben.

Spøter restgestellte Møngel sind mit dem Dagsmøhus (Herrn Dr. Wøsche) zu regeln.

r i c h t i g

uebergeløent:

uebernommen:

Christian Dr. Møller
J. C. Jacobsen
Christian Dr. Møller
Christian Dr. Møller

C. Møller

Dokument udførdiget ved Institutets frigøvelse

på denne måde lykkedes at opnå det ønskede resultat, udbrød han med en næsten fortvivlet stemme: »Ja, men er du ikke *lidt* enig med mig?« For at komplettere historien kan det tilføjes, at Bohr engang efter mange måneders forløb, da hele sagen forlængst havde fundet en tilfredsstillende løsning, og vi faktisk havde glemt den, helt uopfordret kom tilbage til den for at sige os, at vi havde haft ret.

I årene 1940–43 gik arbejdet videre med en mere omfattende fremstilling af det tidligere omtalte spørgsmål om ladede partiklers gennemgang gennem stoffer. Der blev skrevet og kasseret, rettet og omskrevet; der blev foretaget udregninger, som senere igen blev erstattet af simple, anskuelige argumenter. Efterhånden var det vanskeligt at holde rede på de mange papirer, de blev sorteret og gemt i mange mapper, af hvilke den digreste var en med påskriften »spildindsamling«. Om afhandlingens videre dramatiske skæbne skal der berettes længere nede.

Krigens gang fulgtes af os alle, først med den dybeste bekymring; senere, da lykken var ved at vende sig – navnlig efter Stalingrad og El Alamein – virkede den ustandselige diskrepans mellem forhåbningernes hurtige flugt og realiteternes langsommelighed uhyre opslidende. Og gang på gang meldte spørgsmålet sig, om det alligevel skulle vise sig muligt at fremstille atomvåben, og i så fald, om det skulle lykkes Hitler at komme de allierede i forkøbet og derved afslutte krigen med en tysk sejr. Alt dette omtales i det efterfølgende afsnit, hvori det også nævnes, hvorledes de sparsomme oplysninger, der sivede ud fra Tyskland, måtte virke foruroligende og opskræmmende.

Foruden bekymringerne angående den verdenspolitiske situation manglede det ikke på sorger og besværligheder af personlig karakter. Der herskede hos de tyske besættelsesmyndigheder ingen tvivl om Bohrs uforsonlige indstilling til nazismen, og de forsøgte også på forskellig måde at stille fælder, der skulle gøre det nemmere at ramme ham.

Nogle af disse forsøg var plumpe og kunne omgående afsløres. Andre provokationsforsøg var snedigere og mindre gennemskuelige og blev udført af folk med store skuespillerevner. Selvom alle sådanne forsøg mislykkedes, øgedes faren for Bohrs personlige sikkerhed. Bruddet mellem de tyske myndigheder og den danske regering den 29. august 1943 indledte definitivt en periode af lovløshed, terror og forfølgelser.

Det var i midten af september, at Bohr tilkaldte mig for at meddele, at han ad to forskellige veje var blevet informeret om, at tyskerne havde

planer om at internere alle såkaldte uønskede udlændinge, og at tiden var kommet for mig til at søge at komme over til Sverige. Sammen med den advarsel, der var kommet fra modstandsbevægelsens kredse, fik jeg anvist kontakter til en gruppe, der kunne hjælpe med »rejsen«. Der gik nogle dage med forhandlinger, og jeg mødte så for at tage afsked på Carlsberg. På bordet i den lille stue bag Pompeji lå penge, som Bohr havde hentet i banken for det tilfælde, jeg skulle få brug for dem. Under stadig vandren rundt om bordet holdt han en lille tale. Krigen kunne nu ikke vare mere end måske et halvt års tid, sagde Bohr, det kunne derfor heller ikke vare længe, inden vi sås igen. Samtidig fik jeg hovedeksemplaret af hans afhandling om gennemgang af ladede partikler for at bringe det i sikkerhed. Senere indrømmede Bohr, at han, til trods for sine optimistiske ord, var overbevist om, at han ville blive arresteret og sendt til Tyskland.

Et par dage senere kunne jeg i en aftalt kode meddele telefonisk, at jeg skulle af sted næste dags aften. Det lykkedes sammen med nogle få andre ligestillede at komme over Øresund, men mappen, der bl. a. indeholdt Bohrs manuskript, blev i nattens mørke og under den almindelige forvirring liggende på stranden, da robåden startede fra strandbredden i Vedbæk. Dagen efter kom nogle af modstandsgruppens medlemmer for at udlette sporene efter den natlige afskibning; de fandt også mappen og sendte den over til Sverige nogle dage senere med en anden flygtning. Men her forsvinder sporene efter den, og trods ihærdige efterforskninger er det aldrig lykkedes at finde den.

Fra Landskrona, hvor vi landede, blev vi af det svenske politi sendt til Stockholm, og her mødte jeg straks Oskar Klein, der var ivrig efter at høre nyheder fra København, og ligesom andre svenske kolleger var dybt bekymret for Bohrs skæbne. Men allerede nogle dage efter min ankomst blev jeg en morgen ringet op af Klein, der i dunkle vendinger bad mig komme omgående. Da han mødte mig på stationen i Mörby, sagde han blot: »Bohr er her«. Få minutter efter mødtes vi i Kleins hus, men under helt andre omstændigheder end dem, Bohr havde tænkt sig, da han en uge forinden på Carlsberg sagde til mig, at vi nok snart skulle ses igen. Hans første spørgsmål gjaldt afhandlingen, og derefter hørte jeg beretningen om familiens pludselige flugt.

Som omtalt i næste afsnit fik Bohr den 29. september ad flere veje meddelelse om, at tyskerne havde besluttet at arrestere ham og hans familie i forbindelse med den forestående deportation af de danske jøder.

I løbet af dagen lykkedes det at træffe de nødvendige arrangementer, således at han endnu samme nat, ledsaget af sin hustru, broderen Harald og en del af dennes familie kunne komme over til Sverige. Sønnerne skulle tage over på egen hånd, og Margrethe Bohr besluttede derfor at vente på deres ankomst i Sydsverige, medens Niels Bohr selv omgående rejste til Stockholm.

Bohr ankom til Limhamn om morgenen den 30. september, og gennem rektor ved Lunds Universitet, professor Löfstedt, kom han i forbindelse med den svenske udenrigsminister Günther. Han fortsatte straks til Stockholm og havde endnu samme aften en samtale med statssekretær i udenrigsdepartementet Boheman (senere svensk ambassadør i USA). Bohr var optaget af den idé, at hvis den svenske regering foretog en passende demarche hos den tyske regering, kunne det muligvis redde de danske jøder. Boheman kunne fortælle, at man gennem den svenske gesandt i Berlin allerede havde foretaget en henvendelse til den tyske regering i anledning af rygterne om en forestående aktion mod jøderne i Danmark og gjort opmærksom på, at hvis et sådant skridt blev foretaget, ville det udløse en stærk harme hos den svenske befolkning. Det tyske udenrigsministeriums svar på henvendelsen var beroligende og gik ud på, at det kun drejede sig om rygter udspremt i København af Gestapo for at skræmme den danske befolkning. Boheman tilføjede dog, at han ikke selv troede på denne forklaring, og at han med bekymring så fremtiden i møde.

Den 2. oktober kom meddelelsen om den aktion, der aftenen i forvejen var blevet sat i gang mod jøderne i Danmark. Mange af dem var blevet arresteret og bragt ombord på skibe, der lå i Københavns havn og som skulle føre dem til Tyskland. Bohr opsøgte omgående den svenske udenrigsminister Günther og havde en samtale med ham. Ministeren fortalte, at man fra svensk side allerede havde tilbudt den tyske regering at modtage de danske jøder og internere dem i Sverige, så længe krigen varede. Da skibene med de fangne kunne afsejle til Tyskland når som helst, foreslog Bohr, at man under disse omstændigheder skulle henstille til tyskerne at omdirigere disse skibe til svenske havne. Udenrigsministeren erklærede sig indforstået med tanken, men da sagen hastede, udtalte Bohr ved et besøg hos prinsesse Ingeborg (Kong Christian X's søster) ønsket om at blive modtaget af den svenske konge. Audiensen, i hvilken også den danske gesandt Kruse deltog, fandt sted samme eftermiddag. Under denne samtale fortalte kong Gustaf, at den svenske regering allerede engang

tidligere havde forsøgt en lignende henvendelse til tyskerne, dengang besættelsesmagten var i færd med at deportere jøderne fra Norge. Den svenske henvendelse var imidlertid blevet afvist som uberettiget indblanding i indre tyske forhold, der samtidig røbede mangel på forståelse for nationalsocialismens høje idealer. Bohr indvendte, at situationen i mellemtiden på grund af de allierede sejre havde ændret sig på afgørende måde og foreslog, at den svenske regerings tilbud om at modtage de danske jøder skulle fremsættes offentligt. Kongen lovede at tale omgående med udenrigsministeren herom, men fremhævede de store vanskeligheder ved den foreslåede fremgangsmåde. På en direkte anmodning fra Bohr lovede han også at overveje mulighederne for en personlig henvendelse til Hitler. Nogle timer senere fik Bohr en meddelelse fra slottet om, at en offentlig tilkendegivelse angående den svenske regerings tilbud ville blive udsendt samme aften. Som bekendt blev forslaget også denne gang afslået af tyskerne. Det littede dog betydeligt den vanskelige opgave at bringe de mange flygtninge over Øresund, at man fra svensk side gennem særlige radiomeddelelser officielt understregede villigheden til at tage imod flygtninge, og at man begyndte at sende svenske fartøjer til territorialfarvandets grænse for at optage flygtningene fra danske både. Det var også efter Bohrs henstilling, at politiet ved kysten fik ordre til ikke længere at udspørge de flygtende om, på hvilken måde og ved hvis hjælp de var kommet over, idet sådanne afhøringer kunne få farlige konsekvenser.

Det kan tilføjes, at Bohr af direktøren for Malmbolaget, som opretholdt den for den tyske krigsførelse vigtige eksport af nordsvensk malm til Tyskland, fik at vide, at Malmbolaget var indstillet på helt at afbryde denne eksport, hvis den svenske regering besluttede at anbefale et sådant skridt. På daværende tidspunkt anså regeringen det imidlertid for altfor farligt at standse leverancerne.

Under sit ophold i Stockholm var Bohr under stadig bevogtning både af svensk politi og danske officerer. Det vrimlede på denne tid med tyske agenter i byen – det tyske gesandtskab havde endda officielt flere hundrede medarbejdere – og et attentat på hans person kunne ikke anses for udelukket. Man fik også besked om at være forsigtig med hvad man sagde i telefonen, og når man ringede til det sted, hvor Bohr boede (først hos Oskar Klein, derefter hos legationsråd Torp-Pedersen), skulle man spørge efter ham under et dækningsnavn; når Bohr kom til telefonen, sagde han imidlertid som oftest: »Det er Bohr«. Den tidligere af engelske fysikere frem-

sendte indbydelse om at komme til England (se næste bidrag) blev gen- taget, og en nat i oktober fløj Bohr til England med et Mosquito-fly. Aage Bohr fulgte efter sin far en uges tid senere, medens resten af familien opholdt sig i Sverige indtil slutningen af krigen.

Jeg selv arbejdede i de kommende atten måneder hos Oskar Klein ved Institut för matematisk fysik ved Stockholms Högskola. Den eneste forbindelse, vi havde med Niels Bohr, var gennem breve, der afleveredes til legationsråd Torp-Pedersen på den danske legation uden nærmere adresse. Heller ikke de breve, der ankom fra Niels Bohr, gav nogen oplysning om, hvor han befandt sig, eller hvad han foretog sig. Kun engang imellem sendte han forespørgsler, som blev viderebefordret til København, og som tydede på, at han stadig var interesseret i uranfissionen og i oplysninger om, hvad der foregik i Tyskland på dette område. Forskellige historier er blevet fortalt om dramatiske begivenheder, som f. eks. uds muglingen fra København af et manuskript, indeholdende »atombombens hemmeligheder«. I virkeligheden drejede det sig om et gennemslag af det i denne sammenhæng helt uskyldige arbejde om ladede partiklers gennemgang gennem stofferne, hvis original var gået tabt under min flugt til Sverige og som efter anmodning fra Klein blev sendt til Stockholm ved det svenske udenrigsministeriums hjælp.

En anden »spændende« historie beretter om en flaske tungt vand, der stod gemt i København, camoufleret som håreleksir, og som skulle være af afgørende betydning for atomvåbenprojektet. Også her var virkeligheden meget mere beskeden. I Van de Graaff maskinen arbejdede man dengang med accelerationen af deuteroner og anbragte til dette formål en lille mængde tungt vand i acceleratorens ionkilde. Da man efter nogle måneders forløb havde opbrugt det vand, der fandtes i kilden, kom man på Instituttet i tanke om, at Bohr endnu ejede noget tungt vand, som han havde fået som gave fra Norge, men man kunne ikke finde det. Jeg fik en forespørgsel fra København og svarede da, hvor flasken – der var uden etiket – befandt sig. Mere var der ikke om den historie.

Ikke alle nyheder fra København var af samme harmløse karakter. En morgen i december ankom to af Instituttets unge medarbejdere til Stockholm og bragte meddelelsen om, at Instituttet var blevet besat af tyskerne. Det var sket en tidlig morgen, hvor en afdeling militærpoliti marcherede ind på Instituttet og bortførte de i huset boende mandlige medarbejdere, fysikeren Jørgen Bøggild og laboratoriemesteren Holger Olsen, medens

sekretær Betty Schultz, der også havde sin bolig på Instituttet, gik fri. Det mærkelige var, at de to medarbejdere i hele den tid de blev holdt i Vestre Fængsel ikke betragtedes som arresterede og derfor kunne modtage besøg uden særlig tilladelse, hvad der selvfølgelig blev gjort udstrakt brug af.

Efter krigen blev ved afhøringer i Nürnberg de nærmere omstændigheder omkring Bohrs planlagte arrestation og Instituttets besættelse opklaret. Bohrs skulle egentlig have været taget til fange og bragt til Tyskland allerede kort efter 29. august, men arrestordren blev ikke effektueret på grund af interne tyske kompetencestridigheder, og det blev besluttet at udsætte aktionen til den påtænkte deportation af jøderne. Tyskerne regnede med, at en arrestordre mod Bohr i den store forvirring ville vække mindre opsigt. Besættelsen af Instituttet fandt sted på foranledning af et i København boende gestapomedlem, der på denne måde ville indlægge sig fortjeneste hos sine foresatte. Det synes endda ikke at have været klart, hvad man ønskede at gøre med Instituttet. En tid gik der rygter om at arbejdet påtænkte videreført under ledelse af tyske fysikere – hvilket Instituttets stab svarede på ved at gå under jorden – eller om cyklotronen og de andre store apparater skulle demonteres og flyttes til et sted i Tyskland. Begge planer må være blevet opgivet som uigennemførlige. Til alt held kom en østrigsk kollega, Süß, gennem København. Han blev informeret om situationen og bragte denne oplysning med tilbage til Tyskland. Dette foranledigede Heisenberg til at starte en redningsaktion. Han lod sig delegere til København for at »undersøge«, om Instituttet havde arbejdet for de allierede, således som det var nævnt i begrundelsen for beslaglæggelsen. Som planlagt gav undersøgelsen et negativt resultat, og da Heisenberg meget snedigt lod sig ledsage af en fysiker, der havde høj rang i nazistpartiet, var der banet vej for en formel begrundelse for frigivelse. Der skulle dog endnu en række forhandlinger til, inden Instituttet i de første dage af februar 1944 blev frigivet, uden at det havde lidt anden overlast, end at der var forsvundet enkelte fotografiapparater fra laboratoriet og en del private ejendele, som medarbejderne opbevarede i deres arbejdsværelser.

Medens Heisenbergs redningsaktion og disse forhandlinger stod på i København, oplevede vi i Stockholm en periode med særlige sindsbevægelser. Af den tyske besættelse af Instituttet drog modstandsbevægelsen den i sig selv logiske slutning, at det måtte være af stor betydning for tyskernes militære potentiel, og fra denne opfattelse var der kun et skridt

til beslutningen om at sprænge Instituttet i luften. Gennem kloakkanalerne blev Instituttet undermineret, og planen ville sikkert være blevet gennemført, hvis ikke professor Chievitz, der meget aktivt tog del i modstandskampen, havde fået nys om den. Han fik initiativtagerne overtalt til at vente, indtil der var indhentet en udtalelse fra Bohr om, hvorvidt en sprængning af Instituttet var påkrævet. Der blev sendt bud derom til Stockholm, hvorfra vi straks ad hurtigste vej lod det gå videre til Bohr på hans ukendte opholdssted. Og så ventede vi i spænding på svaret. Det kom imidlertid ikke, og vi blev mere og mere ængstelige for, at modstandsgruppen til sidst ville tabe tålmodigheden. Ængstelsen blev endnu større, da en ingeniør, der helt legalt kom på forretningsrejse fra København til Stockholm, medbragte en meddelelse om, hvor minerne befandt sig, for det tilfælde at modstandsfolkene, der havde lagt dem, skulle blive arresteret eller dræbt i kamp. Hvad vi ikke vidste var, at svaret var kommet direkte til København udenom Stockholm, da man åbenbart havde været bange for at forsinke det.

De allieredes heldigt gennemførte landgang i Italien og senere hen invasionen i Normandiet viste med al ønskelig tydelighed, at krigen nu i realiteten var afgjort, men det var svært at se, hvor længe den endnu kunne trække ud. Særlig foruroligende var det, at tyskerne stadig, ikke mindst i deres henvendelser til den svenske regering, hentydede til nye våben, der på en afgørende måde skulle vende krigslykken og skaffe dem sejren. Og dertil kom den dybe bekymring man nærrede for kolleger og venner i Danmark, hvis stilling under den stadig voksende terror blev mere og mere vanskelig. Omsider kom dog våbenstilstanden i Europa, og de danske flygtninge kunne vende hjem fra Sverige.

Tre måneder efter Tysklands kapitulation kastedes atombomben over Hiroshima den 9. august 1945, og den 11. august læste man i Times i London en artikel af Niels Bohr under titlen »Science and Civilization«. Han var i mellemtiden – som medlem af den britiske gruppe, der under krigen deltog i arbejdet i Los Alamos laboratoriet i USA – kommet tilbage til England, hvortil Margrethe Bohr også var ankommet fra København. Det var klart, at artiklen, der offentliggjordes kun to dage efter atombombens sprængning, må have været resultatet af tanker, som Bohr havde gjort sig i lange tider. Det var det første vidnesbyrd om, hvad det var, han havde virket for under krigen. Indholdet blev med forskellige modifikationer gentaget i artikler trykt både i Danmark og i udlandet i tiden derefter.

I slutningen af august kom ægteparret Bohr tilbage til Danmark. Flaget vajede i solskin over Instituttets bygning, da Bohr – som sædvanlig på cykel – svingede ind på gårdspladsen og selv dybt bevæget blev modtaget af de ligeså bevægede medarbejdere ved en lille sammenkomst på Instituttets tegnesal. Det var ikke nemt i ord at give udtryk for følelserne. Nu var det sket, man hele tiden havde håbet, men ikke turdet tro på. Og som symbol på, at Institutet endelig havde fået sin chef tilbage, fik Bohr overrakt de nye nøgler til huset.

Halvanden måned senere kunne man fejre Niels Bohrs 60-års fødselsdag. Den blev præget af den glæde, der herskede både på Institutet og i vide kredse over at have ham hjemme igen. En storstilet indsamling – senere gentaget ved 70-årsdagen – førte til oprettelsen af et særligt Niels Bohr-Fond. Om aftenen drog studerende ved de højere læreanstalter i fakkeltog til æresboligen, fra hvis trappe Bohr holdt en inspireret tale til de unge. Også Institutet ønskede at fejre dagen og gjorde det på sin måde ved et møde om formiddagen. Niels Bohr skal have været meget ulykkelig ved tanken om denne sammenkomst, som han frygtede ville få en højtidelig karakter, men han klarede tydeligt op, da det viste sig, at det meste af programmet var præget af spøgefulde indfald. Naturligvis var der i dagens anledning også udkommet hefte nr. 2 af »Journal of Jocular Physics«, hvormed man i 1935 var begyndt at fejre de runde fødselsdage. Kun ganske få gæster var i stand til at komme fra udlandet; det var endnu for tæt op ad krigen og svært at få de nødvendige rejsetilladelser, men desto mere glædede man sig over gensynet.

Niels Bohr kom fra USA med et stærkt indtryk af de nye muligheder, der havde åbnet sig for den fysiske forskning og for dens anvendelse til samfundets vel. De hemmeligheder angående atomvåbnenes konstruktion, som han var blevet delagtiggjort i under krigen, har han hverken dengang eller på noget senere tidspunkt talt om, selv om mange oplysninger efterhånden var blevet offentligt eje. Men han medbragte den i 1945 publicerede amerikanske rapport, der i store træk gjorde rede for kernevåbnenes tilblivelse, en rapport, som man på Institutet studerede med let forståelig interesse, og han indvilligede i at holde et foredrag i Ingeniørforeningen. Han holdt sig dog meget nøje til, hvad der var offentliggjort. Foredraget blev imidlertid slået op af pressen som en sensation. Et af de store blade bragte Bohrs foredrag på fremtrædende plads med en kæmpestor overskrift »Professor Bohr røber Atombombens Hemmelighed«, og

overskriften blev omgående udsendt i verden af nyhedsbureauerne. Denne publicitet skulle volde Bohr og Institutet mange vanskeligheder og ubehageligheder.

Hele spørgsmålet om atomenergiens industrielle udnyttelse lå på dette tidspunkt meget uklart, ikke mindst i de lande, der som Danmark ikke havde adgang til de nødvendige spaltelige råstoffer. For mange så det ud, som om der under disse omstændigheder ikke var meget man kunne foretage sig, men Bohr var klar over, at situationen ville ændre sig inden for en overskuelig årrække. For Danmark, der ikke selv er i besiddelse af naturlige energiressourcer, måtte spørgsmålet være af vital betydning. Og derfor burde man, mente Bohr, i tide forberede sig på en sådan ændring og de muligheder, som fremtiden ville åbne. Man måtte i hvert fald hurtigst muligt skabe betingelser for at uddanne tilstrækkelig mange fysikere og ingeniører, således at landet, når tiden var inde, kunne disponere over en gruppe kvalificerede videnskabsmænd og teknikere, der var i stand til at tage opgaven op. Denne fremsynede tanke viste sig at være rigtig, og Danmark kunne da også, da mulighederne åbnede sig, gå effektivt ind i arbejdet. I et andet bidrag i bogen fortælles om dannelsen i 1955 af Atomenergi-kommissionen og forsøgsanlægget på Risø. Det må ikke glemmes, at grunden til denne udvikling blev lagt allerede i 1946, da Bohr henvendte sig til regeringen med en ansøgning, hvori han gjorde rede for de ovenfor skitserede tanker og henstillede, at der straks blev givet en bevilling til udvidelse af Institutet for at skabe denne arbejds- og uddannelsesplads for de mange, der ville blive brug for på et senere tidspunkt.

I de følgende år lagde arbejdet med Institutets udvidelse beslag på en stor del af Bohrs energi og virksomhed. Statens bevillinger dækkede omkring halvdelen af det nødvendige beløb, og resten blev hovedsagelig stillet til rådighed af Carlsberg- og Thrige-fondet. Den lave værkstedsbygning erstattedes af en femetages laboratoriebygning, de underjordiske lokaler udvidedes til at omfatte hele terrænet, og derudover blev der på en af Københavns kommune udlånt grund bygget en lang hal. Denne kom bl. a. til at rumme cyklotronen, som efter flere rekonstruktioner udviklede en så kraftig stråling, at den ikke længere kunne forblive på det hidtidige sted, men måtte anbringes bag tykke betonmure. Også de andre store apparater, derunder højspændingsanlægget og isotopseparatoren fik en bedre anbringelse. Ved siden af den under krigen byggede Van de Graaff-generator, der blev flyttet til den anden ende af højspændingshallen, rejstes der nu en

ny trykbeholder til 11 atmosfærers tryk indeholdende en ny og stærkere generator til 4.5 millioner volt.

Her lærte jeg Bohr at kende fra en helt ny side, som den praktiske organisator og bygherre. Intet blev overladt til tilfældighederne, hver enkelt-
hed blev gennemdiskuteret. »Der kan ikke trækkes en skillelinje mellem de store linjer og detaljerne, alt er lige vigtigt for helheden«. Drøftelserne blev ført helt til bunds, ethvert forslag blev taget op til diskussion. Det kunne ske, at man den ene dag var kommet frem til helt afgørende argumenter til fordel for en vis løsning, og næste dag, når man mødtes igen efter at have »sovet på det«, oplevede man, at Bohr i nattens løb var blevet klar over, at løsningen alligevel ikke var så god, som den oprindeligt så ud til. Men, som han sagde, »man kan ikke gennemprøve et forslags bærekraft, uden at man går ind for det med fuld begejstring«.

Et meget afgørende synspunkt for ham var kravet om symmetri, en indstilling, der også var retningsgivende i hans videnskabelige værk. Og når han efter mange overvejelser nåede frem til en plan, der syntes at tiltale ham, kunne han med et smil tilføje: »Se, hvor det bliver pænt, men det er jo også symmetrisk«. Han fulgte med den allerstørste interesse ikke bare udviklingen af planerne, men også selve udførelsen, og han benyttede enhver lejlighed til at klatre op ad stilladserne for at se, hvordan arbejdet skred frem. Arkitekterne og ingeniørerne fik somme tider grå hår i hovedet, når planerne blev lavet om og om igen, men de måtte altid indrømme, at det endte med væsentlige forbedringer. Bohr følte dér den samme glæde ved at se, hvordan noget nyt skabtes, som når han så et fysisk apparat blive til, og han tænkte allerede på de mulige anvendelser i fremtiden.

Opdagelsen af den ved uranspaltning frigivne, enorme energi havde også andre konsekvenser, og – som det er beskrevet i følgende bidrag – havde Bohr allerede i USA under krigen gjort sig sine tanker om, hvorledes dette fremskridt kunne udnyttes til menneskehedens vel i stedet for at medføre en katastrofe for vor civilisation. Det var ikke lykkedes ham at finde gehør for sine ideer hos de ansvarlige statsmænd og bekymringen derover tyngede hans sind. Han fortalte i fortrolighed om de samtaler, han under krigen havde ført med statsmændene, og viste de memoranda han havde rettet til præsident Roosevelt, og han benyttede enhver lejlighed til at virke for, hvad han anså som den eneste mulige logiske løsning af det dilemma, verden var kommet i. Det var karakteristisk for ham, at han aldrig gav op, men efter hver ny skuffelse straks begyndte at tænke på hvilket nyt skridt

der nu kunne foretages. En række artikler, som Bohr offentliggjorde ved forskellige lejligheder, giver ganske vist et klart billede af hans tanker, men historien om hans bestræbelser under og efter krigen blev først fortalt i 1950 gennem udsendelsen af det Aabne Brev til De Forenede Nationer.

Bohr var kommet hjem fra Amerika efter endnu et forsøg på at overtale de amerikanske statsmænd, og han anså nu tiden for moden til at appellere til offentligheden. Han medbragte fra USA et »næsten færdigt« udkast til det åbne brev, men der gik endnu flere uger med omredigering og nedskrivning af samtidig den danske og engelske tekst. Engang imellem var det vanskeligt at finde et engelsk ord, der helt dækkede indholdet af det danske udtryk. Det betød da, mente Bohr, at den danske formulering ikke var klar nok, og den blev så ændret.

Da det var vigtigt, at brevet ikke fandt vej til pressen, førend det var afleveret i De Forenede Nationers sekretariat, måtte der iagttages den største diskretion, og arbejdet foregik i et afsides liggende værelse. På samme klokkeslet, hvor originalen af brevet blev afleveret i De Forenede Nationers sekretariat, blev dets indhold offentliggjort ved en pressekonference på Carlsberg. Desværre vakte brevet ikke straks den opmærksomhed i offentligheden, som det fortjente, og Korea-krigen, der udbrød en måned senere, stillede Bohrs henvendelse i skygge. Først i dag viser det sig med al tydelighed, hvor klart Bohr forudså udviklingen, og man begynder nu langsomt at følge de veje til løsning af konflikterne, som han allerede for tyve år siden var inde på.

Ved sin hjemkomst i 1945 medbragte Bohr manuskriptet til afhandlingen om ladede partiklers gennemgang gennem stofferne. Han havde i den mellemliggende tid tænkt meget over problemerne og ønskede nu at omarbejde afhandlingen for at uddybe visse sider af teorien. Der skulle gå endnu over to år, inden afhandlingen forelå trykt. I dette arbejde genoptog Bohr et emne, som han havde interesseret sig for lige siden sin ungdom, idet han allerede i 1915 havde publiceret en grundlæggende afhandling herom. De nye eksperimentelle resultater, der var opnået i mellemtiden, derunder de tidligere omtalte forsøg over fissionsfragmenternes bremsning gav et materiale, der tillod at afrunde og supplere det teoretiske billede til en sammenhængende og altomfattende helhed. I 1954 udgav han i samarbejde med J. Lindhard som en slags supplement en nøjere udredning af den måde, hvorpå hurtigt bevægede atomer mister og igen indfanger elektroner.

Med vågen interesse fulgte Bohr udviklingen på alle fysikkens områder. Ved kollokvier og diskussioner så det sommetider ud, som om han ikke fulgte med i, hvad der blev sagt, men tænkte på noget andet. Dette indtryk ændredes, når Bohr efter foredraget tog del i diskussionen og straks slog ned på de centrale problemer og de væsentlige punkter. Ofte var foredraget for ham en inspiration til at følge linjen videre og udvikle de mulige konsekvenser. I mange år fangedes hans interesse af de teoretiske problemer omkring supraledningen, denne mærkelige egenskab hos stofferne, hvorved de mister praktisk talt hele den elektriske modstand, når de afkøles til meget lave temperaturer, der kun ligger lidt over det absolutte nulpunkt ($\div 273^\circ$). Dog publicerede han aldrig disse tanker, fordi han endnu ikke anså dem for helt modne og afklarede.

Men den største del af sin tid og sine kræfter anvendte Bohr på det problem, der havde optaget ham gennem hele livet, nemlig spørgsmålet om menneskets stilling som »iagttager af den natur, det selv er en del af«. Dette udtryk, som han atter og atter benytter i sine skrifter, antyder allerede den vilkårlighed i grænsedragningen mellem iagttager og det iagttagne objekt, som med så stor tydelighed viste sin betydning inden for atomfysikken. Og mange steder citerer han den kinesiske talemåde, hvorefter »vi alle er både tilskuere og skuespillere i livets drama«. Det var især denne formulering, der skulle give læseren eller tilhøreren et indtryk af den vekselvirkning mellem undersøgelsens objekt og det man vil kalde for måleinstrument, hvad enten det drejer sig om teknisk apparatur eller en menneskelig iagttager. Ved enhver iagttagelse sker der en vekselvirkning mellem objekt og måleinstrument. I den klassiske fysik var det en stiltiende antagelse, at denne vekselvirkning, i hvert fald i princippet, kunne gøres så lille som man ønskede det, og den kunne da blive helt forsvindende i forhold til de virkninger, man havde at gøre med i det studerede fænomen. Bærer man sig fornuftigt ad, d. v. s. anvender metoder, hvor vekselvirkningen mellem objekt og måleapparat er tilstrækkelig lille, vil en gentagelse af forsøget give det samme resultat. I denne forstand taler man om en kausal beskrivelse og om objekternes opførsel uafhængig af iagttagelsesmidlerne.

Anderledes er det i atomfysikken, hvor objekterne og de virkninger, der er tale om, er så små, at de er sammenlignelige med Plancks virkningskvantum, der er den mindst mulige endelige enhed af virkning. Enhver iagttagelse involverer en vekselvirkning med måleinstrumenterne, og

da denne vekselvirkning aldrig kan være mindre end et enkelt kvant, ser man, at den må spille en væsentlig rolle i iagttagelsesproblemet, og at man kan få forskellige måleresultater ved gentagelse af et bestemt forsøg. Der kan derfor ved forsøg med atomare objekter kun angives sandsynligheder for de forskellige udfald af forsøget.

Spørgsmålet behandles mere indgående i andre afsnit i bogen, og læseren vil der få et stærkt indtryk af, hvor dybt disse spørgsmål optog Bohr, og forhåbentlig også indtryk af, hvorledes det er lykkedes ham at give en sammenhængende og logisk løsning af iagttagelsesproblemet, således som det på dramatisk måde optræder i atomteorien og faktisk også – omend mere indirekte – på mange andre områder af vor erkendelse. At følge udviklingen af Bohrs ideer på nærmeste hold var en enestående intellektuel og kunstnerisk oplevelse.

I den periode, jeg hjalp Bohr, var jeg vidne til flere højdepunkter i hans arbejde med erkendelsesteoretiske problemer. Han holdt på opfordring en række foredrag om disse emner, ofte med den faste beslutning senere at publicere indholdet. De fleste gange gennemførte han imidlertid ikke denne plan, fordi en skreven tekst kræver en helt anderledes gennemarbejdet formulering end det talte ord. Ikke altid var det mangel på tid, der rejste de afgørende hindringer, men lige så ofte ønsket om at få visse punkter bedre afklaret, hvilket igen udløste en kædereaktion af nye overvejelser og spekulationer. I ét tilfælde lykkedes det dog at fuldføre en større og vigtig publikation: dels kom impulsen gennem en ydre anledning, med opgivet fast termin, dels drejede det sig om en historisk redegørelse. Resultatet blev en af de klareste og pædagogisk bedst gennemførte fremstillinger, Bohr nogensinde har givet af atomfysikkens erkendelsesteoretiske problemer.

I 1949 fyldte Einstein 70, og i denne anledning påtænkte man at udgive et særligt bind i en amerikansk serie »Living Philosophers«. Da Bohr blev spurgt, om han ville bidrage til en bog om Einstein, sagde han straks ja. Han var en stor beundrer af Einstein, hvis indsats i fysikken han værdsatte højt, og det havde været en stor sorg for ham, at det ikke var lykkedes at overbevise Einstein om bærekraften af komplementaritetssynspunktet, når det gjaldt at fjerne de tilsyneladende paradokser i kvantefysikken. Tværtimod prøvede Einstein gang på gang at modbevise Bohrs argumenter gennem sindrigt udspekulerede tankeforsøg, og lige så mange gange kunne Bohr gendrive Einsteins indvendinger. Bohr fik da den idé at

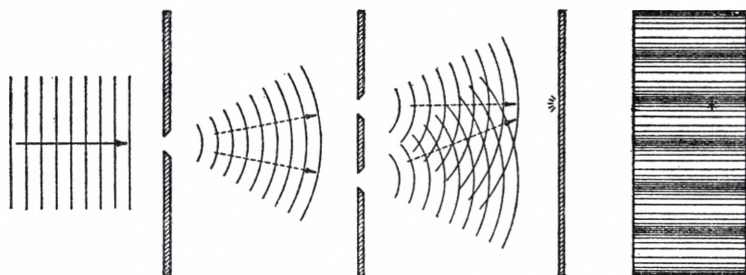
give en sammenhængende fremstilling af disse diskussioner, der havde strakt sig over en periode af 25 år, fordi han på denne måde kunne samle og imødegå de indvendinger, som også fra anden side rejstes under anvendelse af argumenter, der fulgte Einsteins linie.

Bohr gav sit tilsagn, medens han var på et gæsteophold i USA. De kommende måneder gik med hektisk arbejde med artiklen. Den sidste frist nærmede sig, blev overskredet, og udgiveren bombarderede Bohr med breve og telegrammer. Alt i alt tog udarbejdelsen to år.

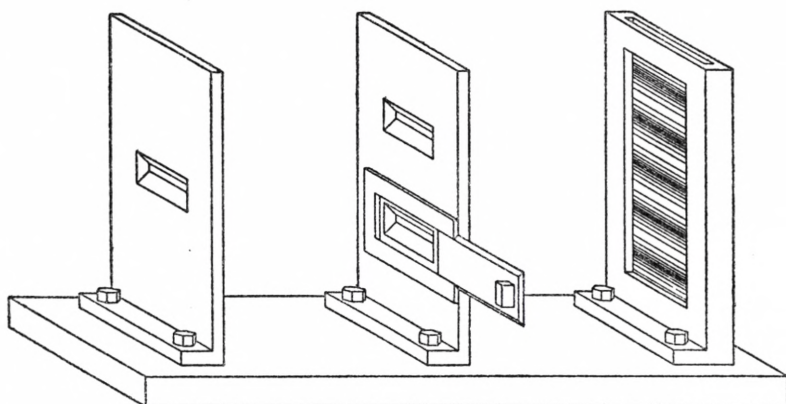
I de i artiklen omtalte tankeeksperimenter benyttede Bohr sig ofte af tegninger af apparatopstillinger. Først blev selve forsøgets princip skitseret med lette streger. Selv om det ved alle disse forsøg kun drejede sig om tankeeksperimenter og ikke om sådanne, der skulle eller kunne udføres i praksis, var det vigtigt at fremhæve de enkelte apparatdeles anseelige masse og deres faste forbindelse med hinanden. Apparatet blev derfor i anden omgang tegnet på en måde, der tillod at se pladernes tykkelse, de massive skruer, der holdt delene på plads på et tungt og solidt underlag, urenes opbygning af tandhjul osv.

Bohr gjorde meget ud af en skelnen mellem de to slags tegninger, og før et foredrag kunne han ofre megen tid og omhu på fremstillingen af de »tykke« tegninger på tavlen. Det samme gælder illustrationerne til artiklen i Einstein-festskriftet. Netop fordi det drejede sig om tænkte eksperimenter, kunne man her give fantasien et vist spillerum i fremstillingen af de tekniske detaljer (se figurerne og forklaringen på s. 245 ff.).

Men først og fremmest var det diskussionerne om selve indholdet, der var det spændende. I artiklens afsluttende afsnit siger Bohr: »... under udarbejdelsen af denne beretning har jeg så at sige diskuteret med Einstein



Lys eller elektroner, der passerer gennem spalterne i de to første skærme, danner et interferensbillede på en fotografisk plade på den tredje skærm. Yderst til højre pladen set forfra



Nærmere udførelse af forsøget. For at fikseres spalternes position i forhold til pladen er skærmene skruet fast til en solid grundplade. Den ene af spalterne kan lukkes med en skyder

hele tiden, selv når jeg er kommet ind på emner, der kunne synes fjernt fra de specielle problemer, som drøftedes ved vore møder«. Og faktisk blev han ved at fortælle om begivenhederne og samtalerne, alt imens han oplevede dem påny. Ved at høre på Bohr blev man selv fascineret i den grad, at man så sceneriet for sig, hørte samtalerne, og selv om man i forvejen kendte det videre forløb, ventede man i spænding på at få fortalt, hvordan det nu var gået ved den næste diskussion.

Af foredragene, der blev holdt på denne tid, må fremhæves det såkaldte Steno-foredrag i 1949, arrangeret af Medicinsk Selskab. Betingelsen for at holde et sådant foredrag var, at teksten blev publiceret. Her varede det otte år, inden foredraget udkom på tryk med en bemærkning »udarbejdet 1957 efter Steno-forelæsning ... 1949«. Faktisk var teksten fuldstændig ændret, navnlig fordi Bohrs ideer på den tid var ved at gennemgå en udvikling, hvis resultater han ikke ønskede at foregribe.

Ved dette og lignende foredrag var det en vanskelighed, at det stof der skulle gennemgås i løbet af en time eller to var altfor omfattende. Foredragene tenderede mod at blive længere og længere, og alligevel ikke tilstrækkelig udførlige til at tilhørerne var i stand til at gøre sig fortrolige med emnet. Som regel opdagede Bohr, at tiden var løbet fra ham, uden at han var kommet igennem stoffet. Selv om han ved at bede om »kun fem minutter til« kunne få forlænget taletiden med flere gange fem mi-

nutter, og derefter tilføjede et og andet i diskussionen, var heller ikke dette nok til at han kunne føle, at argumentationen var gennemført på alle væsentlige punkter.

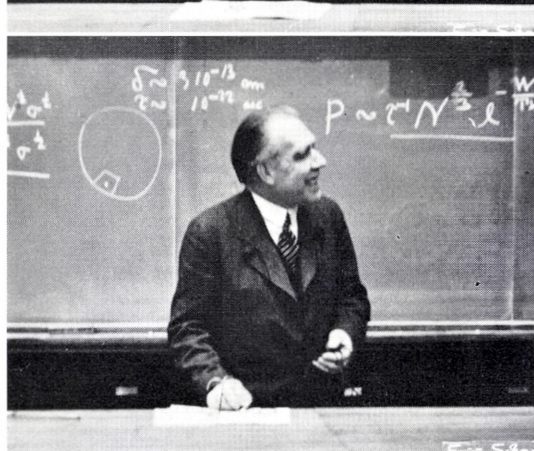
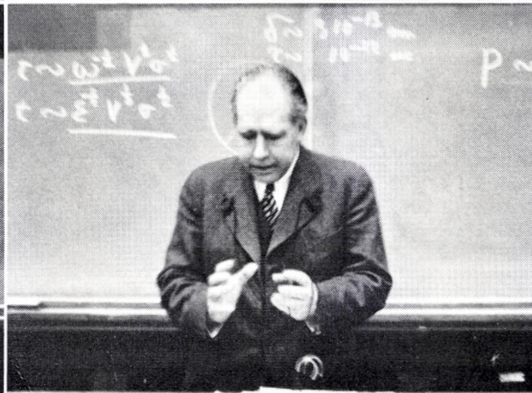
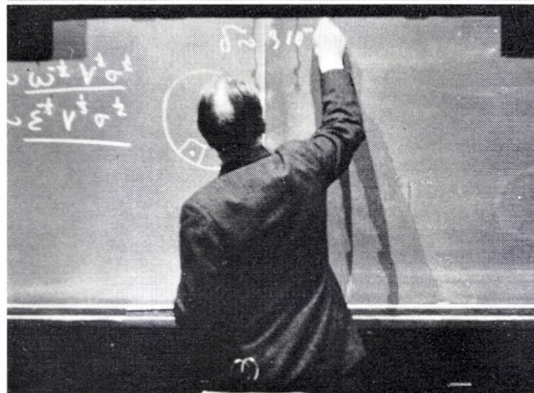
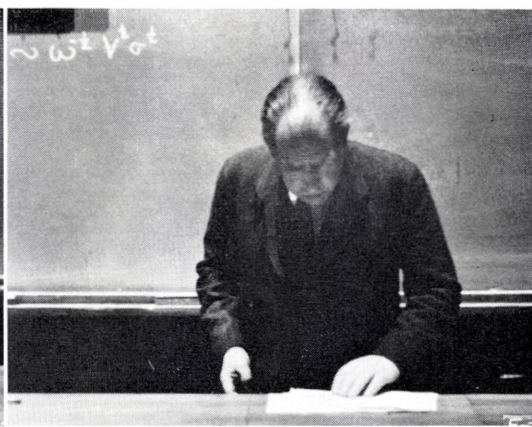
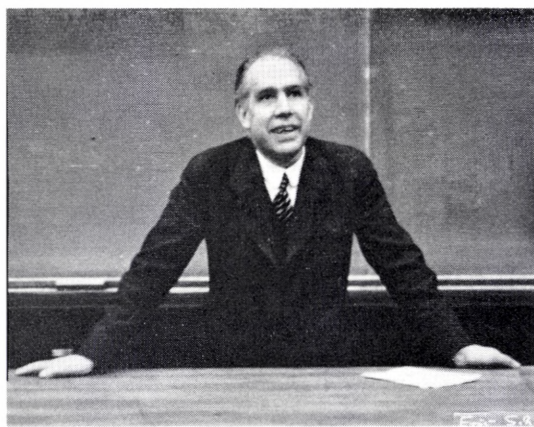
Bohr var selv klar over disse vanskeligheder og havde derfor længe ønsket at give en detaljeret fremstilling af de erkendelsesteoretiske problemer, der kunne strække sig over en hel serie af foredrag. En lejlighed hertil bød sig nogle år efter krigen, da Niels Bohr blev opfordret til at holde de såkaldte »Gifford Lectures« ved universitetet i Edinburgh. Stifteren af det særlige legat, hvis opgave det var at arrangere sådanne forelæsninger ved skotske universiteter, har været en religiøs mand, og han kaldte forelæsningerne for »Lectures in Natural Theology« i analogi med udtrykket »Natural Philosophy«, der – navnlig i Skotland – bruges som betegnelse for fysikken. Af den smukt formulerede legatfundats, som blev læst op før den første forelæsning, fremgik det imidlertid, at der ikke blev stillet noget som helst krav til foredragsholderens religiøse overbevisning, eller til forelæsningernes emne og indhold.

Jeg fulgte med Niels Bohr til Edinburgh i efteråret 1949, og vi drog af sted bevæbnet med manuskripter, notater, kladder og en trådoptager (den gang havde man endnu ikke de praktiske bånd, men benyttede u håndterlig tynd ståltråd). Vi tilbragte nogle uger i byen, medens han holdt en serie på 10 forelæsninger. Det var en slidsom, men dejlig tid. Forelæsningerne var naturligvis ikke færdige ved afrejsen, men blev bygget op, efterhånden som emnet skred frem. Den første forelæsning holdtes i en stor sal i nærværelse af mange honoratiores, de næste i en bygning tilhørende det teologiske fakultet, under hvilket Gifford Lectures sorterede. Denne placering gav anledning til forskellige praktiske vanskeligheder, fra den komplette mangel på egnede tavler til installationen af trådoptageren. Den udenlandske professor, der indførte nye skikke i det ærværdige gamle fakultet, vakte en hel del mistro hos den rare portner med sine ekstravagante ønsker om tavler og elektriske kontakter, men denne holdning blev fuldstændig ændret, da han så professoren møde selv flere timer før foredragets begyndelse og tegne på tavlen, slette, tegne igen, og gøre sig de største anstrengelser for, at tegningerne skulle blive så gode som muligt. Der var dårlig plads til de to store tavler. Af frygt for at vække forargelse turde vi ikke fjerne det kateder, hvorfra en andagt i samme sal blev holdt hver morgen, men vi flyttede hver dag katederet nogle centimeter, indtil der var skaffet rum til tavlerne.



Niels Bohr ankommer på cykel til Institutet første gang efter sin hjemkomst fra USA og England efter krigen





Glimt af Niels Bohr under et foredrag, der handlede om væskedråbmodellen af atomkernen. Efter foredraget fortsatte den ivrige diskussion

I disse Gifford Lectures har Bohr for første gang haft tid til og mulighed for nøjagtigt at gennemgå forudsætningerne for de erkendelsesteoretiske synspunkter, der er kommet frem i atomfysikken, og på denne måde give tilhørerne et afrundet billede af problemerne. Også her var det en betingelse, at forelæsningsne skulle offentliggøres, og dette skulle, som Bohr optimistisk sagde ved afrejsen, ikke være vanskeligt, når vi nu havde det hele optaget på ståltråd. Desværre blev disse forelæsningsne, i hvis udarbejdelse han havde lagt så stort et arbejde og så megen omtanke og sjæl, aldrig udformet på tryk. Flere gange i de følgende år gjordes der til løb til at skrive et udkast til bogen, men videre kom det ikke.

I Gifford-forelæsningsne gennemgik Bohr først grundlagene for kvantemekanikken og de tilsyneladende paradokser i interpretationen af iagttagelserne. Der fulgte en nøje diskussion af de forskellige tankeeksperimenter, der lod iagttagelsesproblemerne træde klart frem og viste, hvordan komplementaritetssynspunktet kunne tjene til opklaring af paradokserne. I en afsluttende time gennemgik Bohr en række analogier fra andre kundskabsområder for at vise synspunktets almene gyldighed.

Gifford Lectures delte skæbne med mange andre manuskripter, der aldrig blev publiceret, fordi de ikke havde fået en udformning, der tilfredsstillede Bohr. Til gengæld samlede han en række af sine artikler og foredrag, som han havde offentliggjort i tidens løb, i to mindre bind, der udkom, først på dansk, og derefter på andre sprog. I disse artikler kan man følge udviklingen i Bohrs synspunkter, og ændringerne i formuleringen – ofte små, men til tider på afgørende punkter – markerer denne udvikling. En tredje samling af artikler er udkommet efter Niels Bohrs død.

Det var stadig en kilde til sorg for Bohr, at fagfilosofferne, der jo skulle være selvskrevne til i en bredere sammenhæng at behandle de vigtige synspunkter, der er kommet frem under atomfysikkens udvikling, ikke syntes at interessere sig tilstrækkeligt for problemerne. Han benyttede enhver lejlighed til at tale med filosoffer, både her i landet og andre steder, men oftest uden tilfredsstillende resultat. Han citerede ofte den spøgefulde karakteristik af forskellen mellem en specialist og en filosof, hvorefter den første koncentrerer sig om at lære mere og mere om et begrænset fagområde og ender med at vide alting om ingenting, medens filosofen med sin vidt favnende interesse for at samle erfaringer fra forskellige områder lærer mindre og mindre om større og større områder og derfor ender med at vide ingenting om alting. Det, man måtte stræbe

efter, var naturligvis at vide noget om noget. Men til trods for den slags talemåder var Bohr af den opfattelse, at det netop var filosofferne, der burde sætte sig ind i og udforske den nye og spændende problemstilling og følge dens betydning inden for en bredere ramme.

Jeg mindes således et internationalt filosofisk møde i Lund 1947, hvor man havde afsat en hel dag til behandling af naturvidenskabens erkendelsesteoretiske situation. Bohr gjorde et stort arbejde med at forberede sit indlæg for at det skulle være så klart som muligt, og samme dag, vi tog over, stod han op kl. 5 om morgenen for at ændre hele oplægget (hvilket bl. a. havde den virkning, at han glemte sit pas). Mødet blev imidlertid en stor skuffelse. Diskussionen drejede sig slet ikke om Bohrs foredrag, men bestod af en række i forvejen forberedte indlæg. Kun en sociolog reagerede direkte på Bohrs tale med en bemærkning der gik ud på, at man ikke ønskede at bringe fysikkens vanskeligheder ind i sociologien. Og dette efter at Bohr havde gjort sit yderste for at forklare, at man ved komplementaritetssynspunktet netop undgik alle paradokser!

Det kunne ikke undgås, at man engang imellem blev ked af, at forskellige opgaver, ikke mindst de administrative pligter, lagde så megen beslag på Niels Bohrs tid og derved forhindrede affattelsen af vigtige afhandlinger. Blandt andet var der i en årrække tale om en bredt anlagt fremstilling af kvanteteoriens udvikling, som Bohr jo havde oplevet på nærmeste hold, og som han støttet af sin enestående hukommelse kunne fortælle mange ukendte enkeltheder om. Han plejede dog at svare på sådanne beklagelser ved at henvise til betydningen af det arbejde, der skulle til for at skabe gode arbejdsbetingelser for de unge på Instituttet, en opgave, som han tog meget alvorligt, og hvis omfang øgedes efterhånden som Instituttet voksede. Jeg har allerede nævnt de store anstrengelser i forbindelse med Instituttets udvidelse, som efterfulgtes af ligeså ihærdige anstrengelser for at skaffe de til undersøgelseernes videreførelse nødvendige midler. Men dette var ikke alt. Bohr ofrede megen tid og omtanke på medarbejdernes trivsel. Han interesserede sig ikke blot for deres videnskabelige arbejde, men også for deres personlige forhold og forstod at hjælpe, når der viste sig vanskeligheder af den ene eller den anden slags. Ingen vidste bedre end han, hvordan en opmuntring på rette tidspunkt kunne få tingene til at glide.

Lige fra Instituttets oprettelse var det Niels Bohrs tanke, at det skulle være et sted, hvor man kunne udvikle samarbejdet mellem fysikere fra

forskellige lande, og Institutet blev også meget snart et af de vigtigste centre for international videnskabelig virksomhed. Dette samarbejde var for Bohr mere end en af vejene til at fremme fysikkens udvikling, den var kendetegnende for hans livssyn og indstilling til menneskelige problemer. Både i det åbne brev til De Forenede Nationer, der er aftrykt i slutningen af denne bog, og i mange af sine artikler peger Bohr på, at naturvidenskabernes enorme fremskridt i vor tid ville have været utænkelige uden åben og fri kontakt på tværs af alle nationale grænser. Dette var for ham et talende eksempel på, at lignende forbindelser må kunne realiseres på andre områder. Den eneste vej til løsningen af det dilemma, som menneskeheden er kommet i gennem frigørelsen af de i atomkernen bundne enorme kræfter, så Niels Bohr i etableringen af en åben verden med frit samkvem mellem nationerne og fri adgang til oplysninger om andre folkeslag, om deres livsbetingelser, kulturelle udvikling og økonomiske vilkår.

I de mere end 40 år, Institutet har eksisteret, har over 500 fysikere udefra i længere perioder deltaget i de videnskabelige undersøgelser på Institutet, og et stort antal videnskabsmænd har været her på kortere besøg. Gæsterne kommer fra over 35 forskellige stater, praktisk taget fra alle lande, hvor der drives fysisk forskning. Det er betegnende for det internationale videnskabelige samarbejde, at politiske spændinger, der i perioder lagde hindringer i vejen for samkvem på andre områder, ikke i samme udstrækning indvirkede på Institutets forbindelse udadtil, selv om der til tider har været vanskeligheder med hensyn til rejsemuligheder. Det var en kilde til stor glæde for Niels Bohr, at videnskabsmænd både fra Vest og Øst kunne mødes her for at deltage i fælles forskning, og at der derved oprettedes vigtige menneskelige kontakter.

Den anden verdenskrig medførte naturligvis en afbrydelse i denne side af virksomheden, men efterhånden som rejsemulighederne udvidedes og de økonomiske forhold bedredes efter krigen, begyndte de udenlandske gæster igen at komme til Institutet i stigende antal, og der er nu til stadighed omkring 50 gæster på længere besøg. Krigen afbrød også de regelmæssige årlige sammenkomster af Institutets tidligere medarbejdere, der op til 1939 hvert år plejede at mødes i København for at berette om deres eget arbejde, drøfte aktuelle problemer inden for fysikken, og under Niels Bohrs ledelse få nye impulser. I 1951 var rejseforholdene så vidt normaliseret, at man kunne sammenkalde et møde af alle forhenværende medarbejdere, og dette møde fik en bred tilslutning. I årene derefter har

man imidlertid indskrænket konferencerne til drøftelsen af et bestemt udvalgt emne og kun samlet en mindre kreds af specielt interesserede deltagere.

Ikke blot på sit eget institut gik Niels Bohr ind for en intensivering af internationalt videnskabeligt samarbejde. Han benyttede enhver lejlighed til at virke for denne sag. Det var ikke uden grund, man i 1950 bad Bohr om at foretage den højtidelige indvielse af den store proton-accelerator i CERN-laboratoriet i Genève, der er et fælles foretagende af 14 europæiske lande. I hele opbygningen af CERN fra de første vage planer omkring 1950 til indvielsen af acceleratoren, tog Bohr meget aktiv del, og ofte, når der indtrådte vanskeligheder og kriser i forhandlingerne, var det ham, der bragte situationen ud af blindgaden ved at foreslå at gribe sagen an fra en hel ny side, en metode han kendte så godt fra løsningen af videnskabelige problemer.

Den konference, der afholdtes i København i 1952 med det formål at finde frem til den mest gunstige størrelse for den påtænkte CERN-accelerator, anbefalede også at der skulle oprettes en teoretisk studiegruppe med sæde på Institutet for Teoretisk Fysik i København, fordi der her i forvejen fandtes et særdeles gunstigt milieu med international tradition. Gruppen arbejdede i København i fem år, til at begynde med under Bohrs personlige ledelse, indtil dens virksomhed i 1957 overflyttedes til Genève, hvor man i mellemtiden havde opbygget et centrum, der sikrede den passende arbejdsforhold. I denne periode samlede man hvert år i København unge fysikere fra CERN-landene, som deltog i forskningsarbejdet sammen med Institutets danske og udenlandske medarbejdere.

Praktisk talt i samme øjeblik, hvor CERNs teoretiske gruppe flyttede til Genève, gav Institutet husly for en anden international organisation, der denne gang omfattede de fem nordiske lande: Nordisk Institut for Teoretisk Atomfysik (forkortet NORDITA). NORDITAs størrelse svarer omtrentlig til størrelsen af den CERN-gruppe, der havde været placeret i København.

Tanken om et sådant fællesnordisk institut var fremkommet nogle år i forvejen, da fysikere fra nordiske lande efter indbydelse fra svensk side drøftede de praktiske muligheder ved et møde i Göteborg. Planerne gik ud på at anbringe det nordiske institut i København i nær tilknytning til det Bohrske institut for at drage nytte af den her foregående internationale aktivitet, og Bohr gik med glæde ind for forslaget. Indtil sin død var han

formand for NORDITAs styrelse, og var det ikke blot af navn, men virkede som en drivende kraft i opbygningen af organisationen.

NORDITA har som opgave en lignende uddannelsesvirksomhed som den, der blev drevet i CERN-gruppen i København, men desuden skal det på forskellig måde fremme samarbejdet mellem teoretiske fysikere i de nordiske lande, og her følger det igen en linie, svarende til den Bohr havde afstukket ved oprettelsen af sit institut i 1919, der udover sin rent faglige virksomhed udviklede sig til et centrum for mellemfolkelig forståelse.

Niels Bohr har været meget interesseret i det videnskabelige og kulturelle liv i Norden, hvor han stod i personligt venskabeligt forhold til mange fysikere og andre kulturpersonligheder. NORDITAs oprettelse var en mere direkte realisation af denne kontakt, som han tillagde stor betydning. Dette var imidlertid kun én omend betydningsfuld del af det store mønster han drømte om, og han interesserede sig også levende for udviklingen i andre lande, navnlig hvor noget var ved at gro op og hvor det gjaldt om at overvinde vanskeligheder. I sådanne tilfælde var han ikke bange for at ofre tid og kræfter for at fremme sagen.

Sådanne bestræbelser bragte Bohr vidt omkring i verden. En af hans sidste større rejser gik til Indien, hvis forhold han var meget interesseret i, og han glædede sig til at komme til dette land med de gamle kulturtraditioner og kunstminder, men også med de mange problemer, som landets tilpasning til den moderne udvikling i verden havde bragt med sig.

En anden større rejse, hvor jeg havde lejlighed til at følge ægteparret Bohr og sønnen Aage, førte til Israel, hvis eventyrlige opbygning gjorde et stærkt indtryk på Niels Bohr. Rejsen gjaldt først og fremmest et besøg på det store naturvidenskabelige centrum i Rehovoth, der bærer Weizmanns navn. Fra sin Manchestertid kendte Niels Bohr personligt Israels første præsident, kemikeren Chaim Weizmann, der dengang virkede i denne by, og det var også naturligt for Bohr, at han i 1954 med stor iver gik med i organiseringen af Den danske komité for Weizmann-instituttet. Efter Bohrs forslag anvendes komitéens midler til udveksling af danske og israelske videnskabsmænd.

I Rehovoth deltog Bohr i møderne i Weizmann-instituttets videnskabelige bestyrelse, hvor planerne for virksomheden blev lagt, og som han i øvrigt blev æresmedlem af. Ved disse møder gjaldt det navnlig planlægningen af den nye afdeling for fysik, hvortil grundstenen blev lagt ved

samme lejlighed. Senere hen påtog Bohr sig også hvervet som medlem i Weizmann-instituttets Board of Governors, og i denne egenskab gjorde han en indsats af betydning for instituttets fremtid.

I de to uger, besøget i Israel varede, blev der også tid til en tur i landet. Bohr beundrede naturens skønheder i dens mange variationer og landets minder fra gamle tider, men først og fremmest interesserede han sig med den for ham karakteristiske indlevelsesevne for mennesket og de specifikke vilkår det her levede under. Alt dette virkede uhyre inspirerende på ham, og i Jerusalem holdt han – i et primitivt lokale, det eneste man rådede over – et af de mest beåndede foredrag, jeg mindes.

I 1963 var der gået 50 år siden Niels Bohr havde fremsat sin første skelsættende teori om atomernes opbygning, og i denne anledning påtænkte det at afholde et møde i den gamle stil med deltagelse af tidligere medarbejdere. Planen forudså et fåtal længere foredrag af førende eksperter på forskellige områder af atomfysikken og tilgrænsende discipliner. Hver af dem skulle give en oversigt over udviklingen i de forløbne fem årtier og kaste et blik frem i tiden. Bohr selv tog ivrigt del i udformningen af planerne og glædede sig til gensynet med sine venner og tidligere elever, af hvilke der var mange, han ikke havde set i adskillige år.

Bohr kom ikke til at opleve kongressen, men den blev afholdt efter de oprindelige planer og formede sig som en mindehøjtidelighed, ingen af deltagerne nogensinde vil glemme. Så stærkt nærværende følte Bohrs inspirerende og samlende personlighed, både i den ualmindelig fine faglige del af mødet og den eftermiddag, der var viet erindringer om ham.

En af aftenene samledes man i æresboligen på Carlsberg i omgivelser, som for alle tilstedeværende var forbundet med så mange rige minder. Efter at familien Bohr i 1932 var flyttet ind i æresboligen, kom dette sted til at spille en vigtig rolle i Instituttets liv. Nogle gange om året samledes hele Instituttets stab med familier til en hyggelig sammenkomst i den pompejanske sal og i haven. Det var også en tradition, at de udenlandske medarbejdere, der var alene i København, langt borte fra deres familier, blev indbudt juleaften, og at medarbejdernes børn kom til det store juletræ. Men først og fremmest tænkte man på de timer, hvor man uforstyrret af den sædvanlige uro på Instituttet havde siddet på tomandshånd med Niels Bohr og drøftet problemer, hvadenten det drejede sig om fysik eller om mere almindelige spørgsmål.

Det var fra dette hverdagens samvær man hentede så megen glæde og belæring. Men der var også de festlige lejligheder, enten i en mindre kreds eller i selskab med interessante gæster udefra. Efter bordet samledes man i et hjørne i den store opholdsstue, og Bohr kunne da føre samtalen ind på overraskende emner, der netop optog ham, ofte inspireret af bøger som han havde læst, eller en personlighed han havde mødt og lært noget nyt af. Sommetider forsvandt Bohr for en tid med en af gæsterne for i arbejdsstuens enrum at udveksle tanker og bedre forklare sine idéer.

Det var ikke udelukkende fysikere, der samledes i det gæstfrie hus. Æresboligen var gennem årene blevet et vigtigt centrum i landets kulturelle liv ikke mindst gennem Bohrs forbindelser med udlandet. Det var kulturpersonligheder, statsoverhoveder, ledende politikere, kunstnere, videnskabsmænd, forfattere, både danske og fremmede, der her nød godt af gæstfriheden i det hjem, der var skabt af Margrethe og Niels Bohr i fællesskab og prægedes af dem begge. Man kunne ikke undgå at blive betaget af de inspirerende omgivelser og den levende atmosfære i det Bohrske hjem, hvor alvorlig diskussion blandedes med kunstnerisk oplevelse med musik eller oplæsning, men også med leg og spøg.

Det var et væld af minder, der steg op i kongresdeltagernes sind, da de for sidste gang mødtes på dette sted. Efter kongressens afslutning besøgte vi sommerhuset i Tisvilde, hvor mange af os havde oplevet, hvorledes de tanker, der har ændret fysikken i vor tid, var blevet til. En epoke var gået til ende, og livet var blevet et andet.

Krigens år og atomvåbnenes perspektiver

Af Aage Bohr

Krigen og alle de store problemer, som den bragte med sig, kom jo til at gribe dybt ind i fars liv på så mange måder. Begivenhederne i Tyskland havde allerede i årene før krigen formørket horisonten, og nazisternes forfølgelser ramte også mange inden for den kreds, der havde været knyttet til Instituttet. Far og hans bror Harald var i de år stærkt optaget af at hjælpe de mange, der måtte gå i landflygtighed, ved at skabe et hjemsted for dem i Danmark eller ved gennem venner at skaffe dem et tilflugtssted i England eller USA. Herom er der fortalt i andre af bogens afsnit.

I det følgende skal jeg fortælle lidt om fars oplevelser og bestræbelser i krigens år og især om dem, der knytter sig til atomenergiens udnyttelse. Jeg selv blev netop student i det første år af besættelsen og fik lejlighed til allerede i mine første studieår at arbejde sammen med far og følge, hvorledes problemerne udviklede sig. I krigens senere år rejste jeg med far til England og USA og kunne daglig tage del i hans arbejde og i alle hans tanker, hvad der for mig blev en så enestående rig oplevelse.

De problemer og perspektiver, som atomenergiens frigørelse rejste, måtte jo fra første færd beskæftige far på det dybeste, ja hans tanker kredsede vel om disse problemer, mere end om noget andet, i de sidste tyve år af hans liv. Han redegjorde selv for sine synspunkter og forhåbninger i sit Åbne Brev til De Forenede Nationer i juni 1950, der er medtaget i bogen (side 328), og kom også her ind på de bestræbelser, han havde udfoldet for at skabe forståelse for disse synspunkter og for at påvirke udviklingen. Hvad jeg kan berette derom er baseret på personlige erindringer og på, hvad far har fortalt mig, samt på, hvad der findes af optegnelser og dokumenter i hans arkiv. Dette vil bringe mig ind på forskellige forhold, der ikke tidligere har været offentlig omtalt.*)

*) En detaljeret beretning om fars forhandlinger med de engelske og amerikanske myndigheder er fornylig udarbejdet af den engelske historiker Margaret M. Gowing, i forbindelse med en samlet skildring af det engelske atomenergiprojekt, som kan forventes offentliggjort i nær fremtid. Mrs. Gowing har haft adgang til de engelske regeringsarkiver, og ved sine besøg i København havde hun lejlighed til at høre fars personlige redegørelse for begivenhederne.

Udforskningen af atomkernernes struktur og af deres mangfoldige reaktioner skred hastigt frem i løbet af trediverne, og i slutningen af 1938 blev det opdaget, at neutroner kan forårsage en spaltning af urankernen. Om de spændende begivenheder, der knytter sig til opdagelsen af denne »fissionsproces«, fortæller Frisch i et af bogens andre afsnit (side 139 ff.). Uranfissionen er ledsaget af neutronudsendelse, der kan forårsage spaltning af nye urankerner. For første gang stod man derfor over for muligheden af ved en kædeproces at udløse atomkerneenergi i stor målestok. Mange var straks alarmerede ved tanken om militære anvendelser af sådanne eksplosionsagtige processer.

Far tog jo selv en meget aktiv del i den teoretiske analyse af fissionsprocessen og kunne vise, hvorledes mange af dens hovedtræk kunne forstås ud fra de almindelige synspunkter, han tidligere havde udviklet om atomkerneprocessernes forløb. I foråret 1939 opholdt han sig i USA, hvor han i samarbejde med John Wheeler skrev en omfattende afhandling om fissionsprocessen, som er forblevet et klassisk arbejde på dette felt (se side 251 f.).

Et hovedresultat af fars arbejde var hans påvisning af den væsentlige forskel i de to uranisotopers fissionsegenskaber. Han kunne deraf drage den slutning, at det naturligt forekommende uran, der kun indeholder den stærkt aktive uranisotop U^{235} i ringe omfang, ikke direkte kan anvendes til en eksplosiv kædereaktion. Det var imidlertid også klart for ham, at hvis man kunne renfremstille den sjældne uranisotop i stor målestok, ville en eksplosion af fantastiske dimensioner kunne frembringes. Dog ville en isotopseparation i et sådant omfang kræve en uhyre teknisk og industriel indsats, som dengang syntes næsten at overstige det mulige. Dette var en beroligelse, især i betragtning af krigsfaren og risikoen for, at sådanne våben skulle falde i nazisternes hænder.

Det var langt fra alle fysikere, som straks accepterede den teoretiske slutning vedrørende de to uranisotoper, og den blev først eksperimentelt bevist et år senere, i foråret 1940, da krigen allerede var i gang. For far selv var der dog aldrig tvivl om dette spørgsmål, og han forelagde sine konklusioner vedrørende muligheden for kædereaktioner ved mange lejligheder både i USA og herhjemme samt på en rejse til England i sommeren 1939.

Efter krigens udbrud og især efter Danmarks besættelse var man jo i København helt afskåret fra at følge de bestræbelser, der udfoldedes i de krigsførende lande på atomenergiens område. Forskellige rygter nåede dog hertil om de tyske bestræbelser, og indtrykket af, at man i Tyskland tillagde disse

muligheder stor militær betydning, styrkedes ved besøg i København i efteråret 1941 af Werner Heisenberg og C. F. von Weizsäcker, der havde et nært personligt forhold til far fra deres tidligere deltagelse i det videnskabelige arbejde på Instituttet. De var i København i andet anliggende, men i en personlig samtale med far bragte Heisenberg problemet på tale. Far var meget tilbageholdende og gav udtryk for skepsis på grund af de store tekniske vanskeligheder, der måtte overvindes, men han fik det indtryk, at Heisenberg mente, at de nye muligheder kunne komme til at afgøre krigen, hvis denne trak ud.*)

I begyndelsen af 1943 modtog far et hemmeligt budskab fra England, der blev formidlet af den engelske efterretningstjeneste gennem dens forbindelser til den danske generalstabs efterretningstjeneste. Budskabet blev overbragt af daværende kaptajn V. Gyth, og befandt sig i et nøgleknippe, i hvilket der i en af nøglerne var en lille udboring. Her var der anbragt et mikrofotografi, som ikke var større end $\frac{1}{2}$ mm på hver led. Udboringen var derefter atter tilstøbt, og beskeden om, hvor mikrofilmen befandt sig, var blevet meddelt i et forudgående kodebudskab. Mikrofilmen, der kun kunne læses i mikroskop, indeholdt et brev fra fars nære ven, den engelske fysiker James Chadwick, der, som det senere viste sig, var en ledende skikkelse i det engelske atomenergiprojekt.

Brevet indeholdt en opfordring til far om at komme til England, hvor han ville få en meget hjertelig velkomst. »Der er ingen videnskabsmand i verden,« skrev Chadwick, »som ville være mere velset både af vore universitetskredse og af den almindelige offentlighed«. Chadwick stillede far i udsigt, at han ville kunne arbejde frit med videnskabelige problemer. Det blev dog nævnt, at der var særlige problemer, ved hvilke hans medvirken ville være af største hjælp, selv om der naturligvis intet blev fortalt om arbejdet i England. »Jeg ønsker dog ikke at påvirke din afgørelse«, tilføjede Chadwick, »for kun du kan veje alle de forskellige omstændigheder, og jeg har den fuldeste tillid til din afgørelse, hvad end den måtte blive.« Budbringeren

*) I sin bog »Stærkere end Tusind Sole« fortæller Robert Jungk, at far under besættelsen skulle have fået forelagt en hemmelig plan fra tyske fysikere gående ud på, at man gennem en gensidig overenskomst med kolleger i de allierede lande skulle søge at hindre udviklingen af atomvåben. Det bør fastslås, at denne beretning savner ethvert grundlag i de faktiske begivenheder, idet der hverken under Heisenbergs eller ved et senere – ligeledes af Jungk omtalt – besøg i København af den tyske fysiker Hans Jensen var nogensomhelst tale om en sådan plan. Tværtimod bidrog, som allerede nævnt, den iøvrigt meget sparsomme kontakt med tyske fysikere under besættelsen til at styrke indtrykket af, at man fra de tyske myndigheders side tillagde atomenergiproblemerne stor militær betydning.

kunne samtidig meddele, at man mente at kunne hjælpe far med at undslippe fra Danmark.

Det var en vanskelig afgørelse. Far havde også tidligere modtaget opfordringer om at rejse fra Danmark. I dagene efter besættelsen kom der mange indbydelser fra USA, hvor hans venner var bekymret over de farer, der truede ham, og indtrængende opfordrede ham til at rejse derover med sin familie. Den amerikanske ambassade mente endnu på det tidspunkt at kunne ordne en sådan rejse. Far anså det dog for rigtigst at forblive i Danmark for at søge at hjælpe herhjemme og for ikke at bringe andre i vanskeligheder. Han følte det derfor svært at modtage den engelske indbydelse.

I sit svar, der blev afsendt ad samme vej, som budskabet kom, gav far udtryk for sin taknemmelighed over, at hans venner ikke havde glemt ham, og hvor brændende han ønskede at kunne bidrage til den fælles sag i kampen for frihed og menneskeværdighed. Men, som han skrev, »Jeg føler det som min pligt i vor fortvivlede situation at hjælpe med at modstå truslerne mod vore frie institutioner og med at beskytte de landflygtige videnskabsmænd, der har søgt tilflugt her«. »Dog«, tilføjede han, »ville hverken sådanne pligter eller faren for gengældelse mod mine medarbejdere og slægtninge veje tilstrækkeligt til at holde mig tilbage, hvis jeg følte, at jeg kunne være af virkelig hjælp på anden måde, men det er næppe sandsynligt. Især føler jeg mig overbevist om, at uanset alle de fremtidige perspektiver er en umiddelbar benyttelse af de seneste vidunderlige opdagelser på atomkernefysikkens område næppe mulig«.

Et par måneder senere hørte far rygter om tyske forberedelser til omfattende produktion af metallisk uran og tungt vand, og han sendte derfor et fornyet budskab til Chadwick, hvori han fortalte om disse rygter og drøftede mulighederne for at benytte kædereaktioner med langsomme neutroner til at fremstille bomber. Far kunne dog konkludere, at sådanne eksplosioner ikke ville blive særlig effektive og stillede sig derfor skeptisk over for mulighederne af militær anvendelse af atomenergien, idet han tilføjede, at han gik ud fra, at det ikke ville være muligt at separere U^{235} i tilstrækkelig stor målestok. En kopi af budskaberne til og fra England blev iøvrigt anbragt i et metalrør, der en nat blev gravet ned i haven på Carlsberg, hvor det kunne genfindes efter krigen.

I slutningen af september 1943 modtog far og hans bror Harald fra forskelligt hold forvarsler om, at de ville blive arresteret af tyskerne i forbindelse med den planlagte deportering af den jødiske befolkning i Danmark.

Oplysningerne og advarslerne kom fra så pålidelig kilde, at der ingen tvivl kunne være om deres rigtighed, og det blev derfor besluttet, at hele familien måtte søge så hurtigt som muligt at undslippe til Sverige. I den måned, der var forløbet siden begivenhederne i Danmark den 29. august, havde far fået nær kontakt med de kredse inden for modstandsbevægelsen, der med så stor dristighed og personlig indsats hjalp de mange flygtninge til Sverige, og det var derfor muligt for mine forældre allerede den første nat, efter at advarslerne var modtaget, at foretage flugten over Sundet. Rejsen var ikke uden strabadser og faremomenter, men det lykkedes de uforfærdede skippere at bringe deres skjulte passagerer i land i god behold i Limhamn. Mine brødre og jeg selv blev hjulpet til Sverige i de næstfølgende dage og uger.

Mens mor forblev i Skåne for at afvente de øvrige familiemedlemmers ankomst til Sverige, rejste far straks til Stockholm for at drøfte med den svenske regering, hvad muligheder der kunne være for at intervenere fra svensk side til fordel for jøderne i Danmark. Om disse forhandlinger beretter Rozental i et foregående afsnit (side 163 f.). Man frygtede, at tyskerne ville forsøge et attentat på far under hans ophold i Stockholm, og ret omfattende sikkerhedsforanstaltninger blev derfor truffet. Ved forskellige manøvrer søgte man at hemmeligholde hans opholdssteder, og der var altid bevæbnet vagt i nærheden. Opholdet i Stockholm varede imidlertid kun kort; et par dage efter ankomsten kom der telegram fra Lord Cherwell, Churchills personlige rådgiver i videnskabelige anliggender, med indbydelse til at komme til England. Far accepterede straks og foranledigede, at jeg fik tilladelse til at ledsage ham.

Det var imidlertid ikke muligt for den øvrige familie at følge med; mor og mine brødre forblev i Sverige indtil Danmarks befrielse, der jo trak længere ud, end man dengang forventede. Det var naturligvis en vanskelig adskillelse. Vel var det muligt at opretholde kontakt gennem breve, der blev formidlet af den engelske efterretningstjeneste, men på grund af den hemmeligholdelse, der omfattede vort arbejde, var det kun meget lidt, vi måtte fortælle. Far, der var vant til på sine rejser at skrive så udførligt og levende til mor om alt, hvad han oplevede, og om hvad der lå ham på sinde, kunne nu ikke engang antyde de store problemer, og de bekymringer og forhåbninger, der optog ham så stærkt; vi kunne ikke engang forklare, at vi var inddraget i hemmeligt arbejde.

Rejsen til England foregik i et Mosquito fly, der dengang var den eneste forbindelse mellem Sverige og de allierede. På grund af Sveriges neutralitet

var disse fly helt ubevæbnede, men deres store hastighed gjorde det muligt for dem med ret stor sikkerhed at passere de tyskbesatte områder. Flyene medbragte kurerpost og kunne desuden medtage en enkelt passager, der anbragtes bag i maskinen i det tomme bomberum. Fars rejse fandt sted i begyndelsen af oktober og havde et dramatisk forløb. Mosquitoen fløj i stor højde, og det var nødvendigt at benytte iltmasker; piloten gav telefonisk besked om, når der skulle åbnes for ilttilførslen, men da hættten med modtageren ikke passede til fars hoved, hørte han ikke beskeden og besvimeede hurtigt på grund af iltmanglen. Piloten var klar over, at der var noget galt, da han ikke modtog svar på sine forespørgsler, og straks efter at have passeret Norge dykkede han og fløj over Nordsøen i lav højde. Da maskinen landede i Skotland, var far derfor atter ved bevidsthed. Jeg selv fulgte efter en uge senere.

Arbejdet med atomenergien i USA og England viste sig jo at være skredet langt videre frem, end far havde ventet. Uanset de uhyre vanskelige tekniske problemer, der måtte løses, og de enorme ressourcer, som udkrævedes, var man med den største dristighed og opfindsomhed gået igang med at adskille uranisotoperne i en målestok, der en million gange oversteg de tidligere laboratorieforsøg. Man byggede også kæmpereaktorer til fremstilling af en isotop af det nye grundstof plutonium, der har lignende fissionsegenskaber som uran 235. I England påbegyndtes atomenergiprojektet allerede kort efter krigens begyndelse, og da USA var kommet med i krigen og satte alle ressourcer ind, skred projektet hurtigt fremad. I oktober 1943 kunne det næsten betragtes som sikkert, at foretagendet ville lykkes, og at man allerede om et år eller to ville råde over kernevåben.

Straks ved ankomsten til London blev far i fortrolighed sat ind i, hvor langt projektet allerede var nået, og fik fra første færd nær personlig kontakt med Sir John Anderson, den senere Lord Waverley, der dengang var Englands finansminister og under hvem det engelske atomenergiprojekt sorterede. Tilknytningen til Anderson blev af største betydning for fars virke under krigen og udviklede sig til et varmt venskab, baseret på dyb gensidig tillid og agtelse.

Det engelske atomenergiprojekt, der gik under kodenavnet »Tube Alloys« (rørlegeringer), havde hovedkvarter i London i en lille bygning i Old Queen Street nær White Hall, men selve det videnskabelige og tekniske arbejde foregik i laboratorier og fabriksanlæg rundt om i England. En stor del

af den første tid gik derfor med rejser til disse steder for at få et indblik i det store arbejde, der allerede var gjort, og i de videre planer.

Et spørgsmål, der på den tid stærkt optog sindene i England, var samarbejdet med USA på atomenergiens område. Det havde gennemgået en vanskelig fase og havde en tid været næsten afbrudt, men fra sommeren 1943, efter mødet mellem Roosevelt og Churchill i Quebec, blev dette samarbejde atter effektivt. Da fremstillingen af de fissile materialer foregik i USA, blev det besluttet at koncentrere arbejdet dér, og i slutningen af efteråret 1943 rejste mange af de engelske fysikere til USA for at arbejde sammen med amerikanske kolleger. Vi selv rejste også videre til USA, med skib over Atlanten i slutningen af november 1943, som medlemmer af det engelske hold.

I tiden forinden, når vi ikke var på rejse rundt i England, boede vi i et hotel i Westminster og havde kontor i Old Queen Street. Far, der jo havde levet så meget i England, følte sig hjemme i det stemningsfulde London og fandt mange nye venner både i kredsen om »Tube Alloys« og blandt de særprægede personligheder, der var knyttet til »Secret Service«, og som var som hentet ud af de bedste romaner. Mangen hyggelig snak fik vi også med portneren, der bragte kul til kaminen på kontoret, og rengøringspersonalet på hotellet. Selv om de værste bombardementer var overstået, var der ofte luftalarm, men far plejede spøgende at sige til vore engelske venner, at han følte at være kommet til et land i fred sammenlignet med den evige spænding, man levede under i de besatte lande.

Men fars tanker måtte til stadighed kredse om de store konsekvenser, som atombomben ville medføre, om de uhyggelige perspektiver, den rejste, og om dens dybtgående indvirkning på efterkrigstidens problemer. Omend mange af dem, der var knyttet til projektet, følte stigende bekymringer for, hvad konsekvenserne kunne blive på længere sigt, havde disse spørgsmål dog endnu ikke trængt sig i forgrunden. Man må betænke, hvor stærkt tankerne var beskæftiget med krigens umiddelbare problemer og de enorme og krævende opgaver, som atomenergiprojektet endnu stillede, samt at det i første omgang gjaldt om at sikre sig et forspring over for tyskerne.

Forestillingen om en videnskabsmand, afsondret fra verdens problemer, gjaldt jo aldrig om far. Han havde altid haft en levende interesse for spørgsmål af samfundsmæssig karakter og problemer vedrørende forholdet mellem landene. Det internationale samarbejde på videnskabens område søgte han bestandig at fremme og virkede for forbindelser til alle sider; i årene efter

den første verdenskrig udfoldede han således store bestræbelser for at hindre, at Tyskland blev holdt uden for de videnskabelige unioner, og senere søgte han på mange måder at udbygge det videnskabelige samarbejde med Sovjetunionen. I tredivernes vanskelige år viede han sine kræfter til hjælp for flygtningene fra nazismen, og han søgte endog ved en personlig henvendelse til Stalin at hjælpe en russisk kollega, der var kommet i vanskeligheder.

Han så tidligt krigen nærme sig, og på sine rejser i England og Amerika i slutningen af trediverne søgte han at overbevise sine venner om, hvor kritisk situationen var, og at krigen uvægerlig ville komme. Han var kendt som en kraftig talsmand for, at både England og USA, også for deres egen skyld, måtte tage del i kampen mod Hitler. Da krigen kom, levede han sig stærkt ind i de militære problemer; vi lyttede hjemme til nyhedsudsendelserne over radioen fra morgen til aften, og ofte var far langt forud i forståelsen af, hvad der var de afgørende træk i udviklingen, f. eks. af den centrale betydning af den afrikanske krigsskueplads.

Men efterhånden, som krigen vendte sig til de allieredes fordel, beskæftigede fars tanker sig i stigende grad med fremtiden, med de store problemer, man ville blive stillet overfor efter krigen. Han var helt forberedt på, hvor vanskeligt det ville blive at fortsætte samarbejdet mellem de allierede på grund af de dybtgående politiske modsætningsforhold. Han vidste fra tredivernes lidenskabelige debat omkring kommunismen og udviklingen i U.S.S.R. og fra vanskelighederne ved at opretholde de internationale videnskabelige forbindelser – hvorved også Sovjetunionens voksende tillukkethed gjorde sig gældende – hvor svært det kunne blive at finde grundlag for et samarbejde mellem Øst og Vest.

Det var på denne baggrund, far så atombombens perspektiver, og han var straks klar over, hvor afgørende denne nye udvikling ville komme til at præge forholdene i verden. Han indså, at man snart kunne komme til at stå over for et rustningskapløb af en sådan art, at det ville true selve civilisationens fortsatte beståen. Det var imidlertid karakteristisk for fars hele indstilling, at han også straks så, at netop disse perspektiver frembød helt nye muligheder for at dreje den politiske udvikling i en mere gunstig retning. Det måtte jo kunne gøres klart for alle, at verden var ændret på godt og ondt, at der nu måtte et omfattende og virkeligt samarbejde til, hvis man ikke skulle leve under de uhyggeligste trusler. Her var en livsvigtig opgave at samles om.

Allerede under opholdet i England tog hans tanker denne retning, og på rejsen til Amerika og under indtryk af alt, hvad han fik at se derovre, udviklede de sig videre og tog stadig fastere form.

I USA var man på grund af bestræbelserne på at hemmeligholde atomenergiprojektet meget ængstelig for pressekommentarer eller anden omtale af fars ophold i Amerika, og ved ankomsten til New York blev far derfor anmodet om at antage pseudonymet Nicholas Baker, mens jeg blev James Baker. Vi fik udstedt papirer i disse navne, og i begyndelsen var der til stighed en bevæbnet detektiv ved vor side. Når vi rejste omkring i Staterne, var vi altid ledsaget af en sådan livvagt; på længere strækninger udskiftedes vagten, og den, der overtog ansvaret for os, måtte underskrive en kvittering for modtagelse i god behold.

Trods alle sikkerhedsforanstaltninger kunne man dog ikke håbe helt at hemmeligholde fars ophold i USA, og for at forebygge uønskede gisninger fik vi tilladelse til at besøge den danske legation (senere ambassade), hvor vi måtte forklare, at formålet med fars besøg i USA var at deltage i forberedelserne til efterkrigstidens videnskabelige samarbejde. Efterhånden udviklede der sig et nært venskab mellem far og minister Kauffmann, og vi blev indbudt til at bo på legationen under vore ophold i Washington. På legationen gik vi naturligvis under vore egne navne, og man måtte intet vide om Mr. Baker.

Denne dobbelttilværelse kunne somme tider afstedkomme pudsige situationer. En dag havde far således glemt sit ur i en forretning, hvor vi havde bestilt noget tøj, og jeg gik tilbage for at hente det. Vi havde opgivet vort navn som »Baker«, men da navnet »Bohr« var indgraveret på uret, forsøgte jeg mig med en historie om, at jeg (James Baker) var sekretær hos en Mr. Bohr. Til bekræftelse kunne man ringe til Mr. Bohr på den danske legation. Ved opringningen fik man dog ikke fat på far, men i stedet på en medarbejder ved legationen, der oplyste, at Mr. Bohr's sekretær også hed Bohr. Jeg måtte da gå til bekendelse og fik uret udleveret med en streng reprimande om, at i USA var det i strid med loven at benytte falske navne.

Nervecentret for arbejdet med atombomben var Los Alamos laboratoriet, der var opbygget i de øde bjerge i New Mexico, og en stor del af tiden i Amerika tilbragte vi i dette fantastiske laboratorium. Her arbejdede under Robert Oppenheimers ledelse en lang række af Amerikas og efterhånden også Englands bedste atomfysikere, såvel som mange andre videnskabsmænd og teknikere, isoleret fra omverdenen. Der rådede en stemning, som er van-

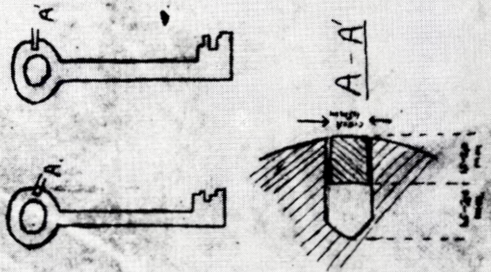
TO: PETER.

From: JARLEN.

M O S T I M P O R T A N T

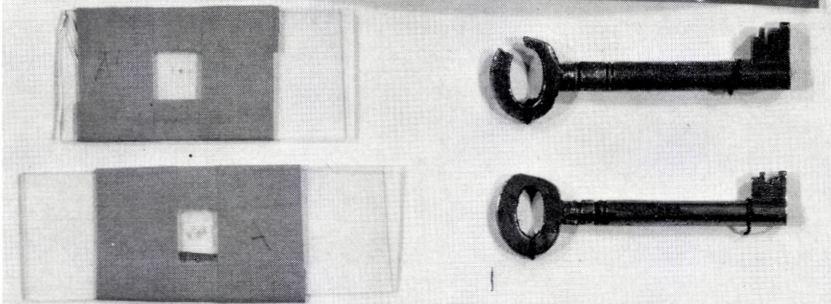
We intend sending to JUSTITSRAADEN in the near future a bunch of keys which contain a very important message from the British Government to Professor Niels Bohr. We would be very grateful if you could see that Professor BOHR gets the keys and also if you or someone appointed by you would explain to him how to find the message.

The following diagram shows the position in keys A. and A.1. of the message which has to be extracted. Key A.1. is the one with number 229 on it and Key A. is the long key next to it

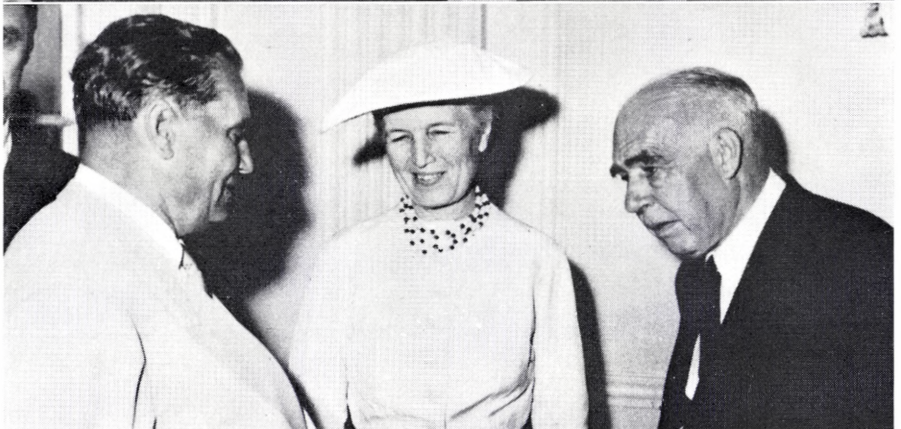


A small hole to a depth of 4 mm. has been bored in the two keys. The holes were plugged up and concealed after the message was inserted. Professor Bohr should gently file the keys at the point indicated until the hole appears. The message can then be syringed or floated out on to a micro-slide. The message is a very very small micro film and is repeated in duplicate in each key. It should be handled very delicately.

I do not myself know the contents of the message except that I do know it is very important. Will you kindly warn JUSTITSRAADEN and tell him to expect the bunch of keys. We will send the keys through to him by separate courier as soon as we know that this sending has reached you and that you have had time to warn Justitsraaden.



I disse nøgler blev mikrofilm med et hemmeligt budskab sendt til Niels Bohr fra England under krigen. Teksten giver en nøjagtig forklaring på, hvordan filmene, der ses som små sorte prikker under glassene til venstre, er anbragt i udboringen



Niels Bohr i samtale med FN's generalsekretær Dag Hammarskjöld, med præsident Eisenhower (ved overrækkelsen af atomfredsprisen) og med marskal Tito

skelig at beskrive, betinget af den banebrydende og skæbnsvangre karakter af det foretagende, man var igang med, og den enestående intellektuelle atmosfære. Den storslåede natur, som i mange århundreder havde været et af Pueblo indianernes tilholdssteder, bidrog også til den særlige stemning.

Far havde et nært personligt forhold til mange af fysikerne i Los Alamos, hvoraf ikke så få tidligere havde arbejdet på Institutet i København. Han blev nu til »Uncle Nick« og jeg til »Jim«, og disse tilnavne beholdt vi i denne kreds, selv efter krigen. Det blev fars hovedopgave at danne sig et overblik over alle arbejdets faser for at sikre, at intet væsentligt punkt var overset. Man må jo huske på, i hvor høj grad hele foretagendet på det tidspunkt var baseret på teoretiske slutninger, der endnu ikke var afprøvede. Fra alle sider var man ivrig for at høre fars råd, og han tog aktiv del både i diskussionerne og i arbejdet både vedrørende det fysiske grundlag for atomvåbnene og deres tekniske indretning.

Vi fik også lejlighed til et kortere besøg i det store fabriksanlæg i Oak Ridge, hvor separationen af uranisotoperne foregik, og hvor også udvinding af plutonium fra reaktorernes brændselselementer blev foretaget. Det var anlæg af ufattelige dimensioner og samtidig baseret på det højeste tekniske stade. Det var som et kik ind i en ny tidsalder og måtte kalde til yderligere eftertanke om de alvorlige problemer, som menneskeheden ville blive stillet overfor.

Far følte stærkere og stærkere, hvor store muligheder situationen frembød for at finde nye veje til samarbejde mellem nationerne. For at disse muligheder kunne udnyttes, forekom det ham imidlertid af afgørende betydning, at der i tide blev skabt forståelse for, hvad udviklingen indebar. Først og fremmest gjaldt det om at opnå et gensidigt tillidsforhold, og man måtte derfor så snart som muligt etablere en »Øst-Vest« kontakt om disse problemer. Rejste man spørgsmålet over for Sovjetunionen ved i fortrolighed at meddele, hvilken revolutionerende udvikling man stod overfor, og hvor påkrævet det nu var, at man ved fælles anstrengelser sikrede sig imod misbrug af de nye ødelæggelsesmidler, skulle der være håb om en fordomsfri drøftelse af de nødvendige forholdsregler. Man måtte iøvrigt regne med, at russerne ikke var helt uden kendskab til, at et stort atomenergiprojekt var i gang i USA, og fortalte man intet, kunne dette skærpe mistilliden og gøre det langt vanskeligere at få skabt det rette grundlag for et samarbejde.

Anderson havde ordnet det således, at far under sit ophold i USA kunne holde sig i kontakt med Lord Halifax, den daværende britiske ambassadør

i Washington, og derved holde en direkte forbindelse med den engelske regering. Så snart vi kom til Washington, henvendte far sig derfor til Halifax for at drøfte sine tanker om atomenergiprojektets videre perspektiver. Det blev efterhånden til mange besøg i den britiske ambassade og en nær kontakt udviklede sig både med Lord Halifax og Sir Ronald Campbell, der var britisk minister ved ambassaden. De vidste til at begynde med kun lidt om hele projektet, men blev stærkt grebet af, hvad far fortalte både om selve projektet og den afgørende rolle, det kunne komme til at spille for forholdene i verden. De forstod, at det ikke blot drejede sig om vage fremtidsperspektiver, men om realpolitiske problemer, der krævede nøje overvejelser på højeste plan i England og Amerika, og Anderson blev holdt løbende underrettet om alle samtalerne.

Det var imidlertid det naturlige, at et initiativ til engelsk-amerikanske drøftelser af disse spørgsmål måtte komme fra amerikansk side, på grund af USA's dominerende stilling i atomenergiprojektet. Det forholdt sig nu så heldigt, at far i forbindelse med flygtningeproblemerne i førkrigstiden havde lært Felix Frankfurter at kende, den fremragende amerikanske jurist og store personlighed. Frankfurter, der nu var højesteretsdommer, var en nær ven af Roosevelt og blandt præsidentens særlige rådgivere.

Sagen var naturligvis ikke så ligetil, på grund af den store hemmelighedsfuldhed, som projektet omgaves med, og det gjaldt nu om, hvorvidt Frankfurter kendte til dets eksistens og ville give dette til kende. Far kunne naturligvis ikke spørge ham, om han kendte det eller blot antyde, at han selv var i USA i særligt ærinde. Minister Kauffmann inviterede begge til the i legationen, og derefter mødtes far og Frankfurter til en privat samtale i højesteretsbygningen i februar 1944. Det var en spændende dag, og mødets udfald svarede til de bedste forventninger. Frankfurter lod ret hurtigt en bemærkning falde, der viste, at han kendte til projektet og vidste, at far var knyttet til det. Det var derfor muligt, uden at komme ind på tekniske aspekter, at tale om projektets videre konsekvenser. Frankfurter blev straks dybt optaget af disse problemer, og han følte det af den største betydning så snart som muligt at indvi Roosevelt i fars synspunkter. Med sit kendskab til præsidenten mente han, at denne ville være meget lydhør over for sådanne tanker. Han ville så fortælle far, hvorledes sagerne stod, når vi næste gang kom til Washington.

Samtalen mellem far og Frankfurter drejede sig iøvrigt også om mange andre spørgsmål, og de forenedes blandt andet i deres værdsættelse både af

Lord Halifax, som med sit noble og ligefremme væsen gjorde så dybt indtryk på alle, der traf ham, og af minister Kauffmann, der nød så stor respekt i diplomatiske kredse i Washington. Frankfurter fortalte således, at da han en dag var kommet på besøg hos præsident Roosevelt, var Kauffmann lige gået ud af døren, og han havde da bemærket: »There goes a worthy representative of a small country« (Der går en værdig repræsentant for et lille land), hvortil præsidenten havde svaret: »He would be a worthy representative of any country« (Han ville være en værdig repræsentant for et hvilket-somhelst land).

Efter et par måneders ophold i Los Alamos vendte vi tilbage til Washington i 1944. Frankfurter kunne nu meddele, at Roosevelt, uden at have drøftet disse problemer med sine tekniske rådgivere, var dybt optaget af de videre perspektiver, som atomenergiprojektet rejste, og at han deri så ikke blot store farer, men også enestående muligheder. Roosevelt havde endvidere understreget, at han betragtede dette som en sag for premierminister Churchill og ham selv. Det blev far betroet at bringe det budskab, at Roosevelt med glæde ville modtage forslag fra Churchill om, hvorledes sagen burde gribes an.

Halifax betragtede denne udvikling som så betydningsfuld, at han mente, far straks burde rejse til London for at redegøre derfor, og Anderson samstemmede heri. I februar havde far iøvrigt i et brev til Anderson nærmere udviklet sine synspunkter, og foruden Halifax's indberetninger havde Campbell under et besøg i London drøftet problemerne med Anderson. Denne var helt gået ind for, at man måtte arbejde for en ordning af atomenergi-problemerne baseret på internationalt samarbejde, og at man allerede nu måtte tænke på at skabe grundlaget herfor.

Det var med de største forhåbninger, at vi kom til London. Naturligvis var det en fantastisk sag for en videnskabsmand sådan at prøve at gribe ind i verdenspolitikken, men man håbede, at netop Churchill, der var i besiddelse af en så enestående fantasi og ofte havde vist stort fremsyn, ville kunne begejstres for de nye perspektiver.

I London havde far mange drøftelser med Anderson og redegjorde for samtalerne i Washington. Anderson delte fars syn på problemerne og anså budskabet fra præsidenten for et meget gunstigt initiativ. Han forklarede imidlertid, at det var vanskeligt at få Churchill til at beskæftige sig med disse problemer på grund af dennes store optagethed med planerne for den nærførestående invasion på det europæiske fastland. Faktisk havde An-

derson gjort meget kraftige, men forgæves forsøg på at overbevise Churchill om, at det var nødvendigt at påbegynde indgående overvejelser af langtidsperspektiverne forbundet med atomenergiprojektet og træffe forberedelser til senere internationale kontrolforanstaltninger. Han mente imidlertid ikke at kunne fortælle far om disse vanskeligheder, og vi hørte derfor først langt senere om, hvor vidt Anderson var gået i sine bestræbelser.

På grund af disse forhold tog Anderson ikke selv skridt til at bringe et møde mellem far og Churchill i stand, men far følte, at han ikke på rette måde ville have udført det hverv, der var ham betroet, hvis ikke han personligt kunne overbringe budskabet fra Roosevelt til Churchill. At arrangere et møde med Churchill var imidlertid ingen let sag på grund af dennes uhyre travlhed med de militære forberedelser.

Længe gik vi i spænding og ventede, og tilbagerejsen til USA måtte ud-sættes. Men til sidst kom mødet i stand gennem henvendelse fra to sider. Den ene var fra præsidenten for Royal Society (det engelske Videnskaber-nes Selskab), Sir Henry Dale, der i et brev til Churchill indtrængende anmodede ham om, trods travlheden, at modtage far for at denne kunne bringe et budskab, der var ham betroet af en nær ven af præsident Roosevelt. Dale fremhævede fars særlige stilling i videnskaben og i hvor høj grad atom-energiprojektet byggede på hans teoretiske arbejder. De ledende statsmænd, skrev Dale, stod over for afgørelser, der ville være bestemmende for menneskehedens skæbne, og han bad derfor Churchill om at give far lejlighed til at fremsætte sine synspunkter. Den anden henvendelse var fra Churchills nære ven, Sydafrikas statsminister, feltmarskal Smuts, som havde så dyb interesse for videnskab og filosofi, og som havde lært far at kende under opholdet i London. Skønt Smuts på det tidspunkt intet kendte til atomenergi- projektet, tilskyndede han Churchill til at stifte bekendtskab med far.

Mødet kom da endelig i stand midt i maj 1944, men fik ikke noget heldigt forløb. Churchill var utålmodig over, at man plagede ham ved at presse på en sag, som han selv var stærkt imod at røre ved. Cherwell var også til stede ved mødet og fremkom med nogle bemærkninger, som Churchill syntes at opfatte som indeholdende en kritik af den overenskomst, han havde sluttet med Roosevelt om det engelsk-amerikanske atomsamarbejde. Diskussionen blev derved bragt på et sidespor, og der blev slet ikke lejlighed for far til rigtigt at fremlægge sit syn på atomvåbnenes videre perspektiver og de store politiske muligheder, der frembød sig, og heller ikke til at give Churchill et virkeligt indtryk af, hvor alvorligt Roosevelt var optaget af disse spørgsmål. Ved

afskeden bad far om tilladelse til at skrive til Churchill, hvortil denne svarede: »Det vil være mig en ære at modtage et brev fra Dem«, men tilføjede: »blot ikke om politik!«

Far var vel noget nedslået, da han kom tilbage fra Downing Street og fortalte om, hvorledes han nærmest havde fået skænd af Churchill, men han begyndte straks at diktere et brev til denne for at give et bedre indtryk af, hvad sagen drejede sig om. Brevet, der blev nærmere udarbejdet i de følgende dage, kom til at indeholde en beskrivelse af atomenergiprojektet i en form, som man håbede egnet til at fange Churchills fantasi, og i brevet blev også budskabet fra præsidenten indflettet. Det lykkedes endvidere Anderson at udvirke, at Smuts blev inddraget i den kreds, der kendte til atomprojektets eksistens, i det håb, at han ville kunne indvirke på Churchill. Far havde derefter længere samtaler med Smuts, der var dybt betaget af projektets revolutionerende karakter og de store farer og håb, det rummede. Smuts mente, at videnskabsmændene ville komme til at spille en betydelig rolle ved gennemførelsen af foranstaltninger til sikring mod misbrug af atomenergien, og gav udtryk for stor tiltro til, hvad de internationale forbindelser på videnskabens område kunne komme til at betyde. Han ville tage sagen op med Churchill og forklare dens store perspektiver.

Under opholdet i London modtog far i øvrigt et brev fra fysikeren Peter Kapitza i Moskva. Brevet, der oprindeligt var sendt til Sverige, efter at Kapitza havde hørt om fars flugt fra Danmark, indeholdt en indbydelse til far og hele hans familie til at komme til Sovjetunionen, hvor man ville gøre alt for at give ham de bedste betingelser for hans videnskabelige arbejde. Far takkede for den venlige indbydelse, men forklarede, at han på grund af andre forpligtelser ikke kunne komme til Moskva på daværende tidspunkt; han benyttede lejligheden til at udtale sine forhåbninger om en snarlig genoptagelse af et frugtbart internationalt videnskabeligt samarbejde og om, at dette ville kunne medvirke til forståelse mellem landene.

I juni 1944, et par dage efter invasionen i Nordfrankrig, rejste vi atter til USA i håbet om, at det ville lykkes Anderson og Smuts at tilskynde Churchill til ved snarlig lejlighed at drøfte atomvåbnenes langtidsperspektiver med Roosevelt.

Ved ankomsten til Washington opsøgte far atter Frankfurter og fortalte om forhandlingerne i London. Frankfurter fandt snart en lejlighed til at berette derom til Roosevelt, der udtrykte ønsket om en personlig samtale med far. Som en forberedelse hertil blev far anmodet om at fremsætte sine

synspunkter i et memorandum. Det væsentlige indhold af dette memorandum er gengivet i det Åbne Brev fra 1950. Det blev udarbejdet i Washingtons tropeagtige sommervarme og gennemgik, som alle fars arbejder, mange stadier, før det var klart til aflevering. Som oftest havde far om morgenen forslag til nye ændringer, som han havde tænkt på i nattens løb. Der var ingen sekretær, som vi kunne betro sådanne dokumenter, og jeg skrev dem derfor på maskine; imens stoppede far ofte strømper eller syede knapper i for os, et arbejde, som han udførte med sædvanlig omhu og håndværksmæssig snilde.

I det nævnte memorandum omtaltes det fysiske grundlag for atomenergiens udnyttelse, atombombens revolutionerende betydning og faren for et rustningskapløb med de konsekvenser, dette kunne medføre. Netop nødvendigheden af fælles bestræbelser for at fjerne sådanne trusler gav imidlertid helt nye muligheder for et virkeligt samarbejde. Et snarligt initiativ, inden våbnet var færdigt, og medens alliancen under krigen endnu bestod, frembød en særlig gunstig lejlighed til at fremme tilliden og skabe grundlag for samarbejde.

Det blev endvidere fremhævet, at de fysiske principper, der ligger til grund for projektet, var almen viden. Man måtte også regne med, at USSR ikke var helt uden kendskab til projektet i USA og muligvis selv i gang med forberedelser. I hvert fald ville russerne efter krigen råde over ressourcer til hurtig gennemførelse af et lignende projekt. Ventede man, ville derfor store muligheder forspildes, og man risikerede ved fortsat hemmeligholdelse at give anledning til mistænksomhed. Ved en første kontakt ville det ikke være nødvendigt at gå i tekniske detaljer, da det drejede sig om en almen drøftelse af den nye situation man befandt sig i. Selv om man ikke straks nåede til forståelse, ville man have vist beredvillighed til samarbejde, og derved skabt bedre grundlag for senere bestræbelser. Der blev også peget på den hjælp og støtte, der kunne hentes i det verdensomspændende videnskabelige samarbejde og på, at de nære personlige forbindelser mellem videnskabsmænd fra forskellige lande måske kunne frembyde særlig gunstige muligheder for indledende kontakt af uforbindende karakter.

Samtalen med Roosevelt fandt sted i slutningen af august i Det Hvide Hus. Roosevelt var umådelig venlig og glimrende oplagt og talte helt åbent om atomenergiens politiske problemer. Han havde læst det fremsendte memorandum, og far fik lejlighed til at understrege og uddybe de vigtigste punkter. Roosevelt gik ind på de store perspektiver, som atomenergiprojektet

rummede, både på de farer, det frembød, og på de forhåbninger, det indebar. Han udtalte sin fortrøstning til, at det ville bidrage afgørende til at skabe en ny samarbejdsånd og talte med begejstring om, at det ville åbne en ny æra i menneskehedens historie. Roosevelt var endvidere enig i, at en henvendelse til Sovjetunionen af den foreslåede art måtte forsøges, og sagde at han havde de bedste forhåbninger om, at et sådant initiativ ville få et gunstigt resultat. Stalin var, efter hans mening, tilstrækkeligt af en realist til at forstå den revolutionerende betydning af dette videnskabelige og tekniske fremskridt og de konsekvenser, det indebar. Roosevelt berettede i denne forbindelse om det indtryk, han havde fået af Stalin ved mødet i Teheran, og han fortalte spøgefulde historier om sine drøftelser og debatter med Churchill og Stalin. Han fortalte også, at han var klar over, hvordan det var gået med forhandlingerne med Churchill i London, men at denne ofte i første omgang havde reageret sådan. Dog enedes de altid til slut, og han mente, at Churchill ville komme til at dele hans synspunkter i denne sag. Han ville drøfte problemerne med Churchill på deres nært forestående møde og håbede straks derefter at se far igen. Far kunne i øvrigt når som helst skrive til ham.

Samtalen, der fandt sted på tomandshånd, varede i fem kvarter og berørte også mange andre forhold, blandt andet Danmarks stilling og forhandlingerne med Kauffmann om Grønland.

Det er næppe nødvendigt at sige, hvor stor en glæde og taknemmelighed far følte over samtalen med Roosevelt; det var dage præget af den største optimisme og forventning. Far havde fået tilladelse til at berette om samtalen forløb til Anderson, og Halifax foranledigede straks et udførligt telegram afsendt til denne. Far havde også nogle uger før hørt fra Anderson, der gav udtryk for, at han så med tilfredshed på udviklingen i England. Endvidere skrev far et brev til Roosevelt, hvori han takkede for samtalen og opsummerede hovedpunkterne. Brevet blev afleveret, lige før præsidenten rejste til Quebec for at møde Churchill. Vi ventede spændt på, hvordan det ville gå på mødet og håbede, efter Roosevelts hjemkomst til Washington, at der snart ville komme besked fra Det Hvide Hus.

I flere uger hørte vi intet om, hvad der var foregået, men gradvis blev det klart, at de store forventninger var blevet skuffet. Efter forhandlingerne i Quebec mødtes de to regeringschefer på Roosevelts landsted Hyde Park, hvor de drøftede atomenergiens problemer. Som resultat af mødet besluttede de blandt andet at afvise forslaget om et initiativ over for andre på projek-

tets daværende stadi. Forhandlingernes nærmere forløb er aldrig blevet oplyst, og det er gådefuldt, hvad der bevægede Roosevelt til således at skifte standpunkt. Det er muligt, at han stødte på for stærk modstand hos Churchill, og det kan have været de voksende vanskeligheder i forholdet mellem Vestmagterne og Sovjetunionen, der havde givet anledning til megen bekymring på Quebec-mødet.

Det er imidlertid også muligt, at drøftelserne blev væsentligt influeret af misforståelser, som opstod på mødet vedrørende fars ovenfor omtalte brevveksling med Kapitza. Denne brevveksling var naturligvis ført med fuldt kendskab af de engelske myndigheder, men Churchill kendte sandsynligvis intet dertil. Far havde imidlertid fortalt Roosevelt derom, og havde omtalt korrespondancen i sit memorandum. Det ser ud til, at Churchill blev chokeret over pludselig at høre om en sådan forbindelse med en russisk fysiker. Han rettede i hvert fald en alvorlig kritik mod fars optræden og bad efter mødet Cherwell undersøge forholdene nærmere. Denne kunne dog straks oplyse om sagens rette sammenhæng, og også Anderson og Halifax greb kraftigt ind for at forklare, hvor fuldstændigt Churchill havde taget fejl.

Der var endvidere på mødet blevet rejst tvivl om Frankfurters adkomst til oplysninger vedrørende projektet. Også dette punkt kunne naturligvis let opklares, men det var en vanskelig tid for far, fordi han kun indirekte hørte, hvad der var foregået. Han var meget bekymret for, at Frankfurter skulle blive besværet og havde mange samtaler med lederne af den amerikanske atomenergiorganisation for helt at klarlægge de beklagelige misforståelser.

Senere på efteråret rejste vi atter til Los Alamos, hvor arbejdet skred hastigt fremad. Også produktionen af de fissile materialer var ved at komme i gang i stor målestok, og tidspunktet for våbnets færdiggørelse lå nu ikke ret langt ude i fremtiden. Far følte meget stærkt, at store muligheder ville forspildes, hvis man ikke tog spørgsmålet om det fremtidige samarbejde op, endnu mens sagen kunne rejses i en sådan ånd, at den fik karakter af en venskabelig rådslagning. Ventede man, indtil våbnet var færdigt, var der fare for, at forslag om de vidtgående foranstaltninger, som situationen ville kræve, ville blive opfattet som et forsøg på at udøve tvang. Han følte også, at alliancen under krigen og Roosevelts og Churchills uhyre prestige i deres hjemland frembød særlige muligheder for at gennemføre store og dristige planer.

I slutningen af 1944 drøftede far atter problemerne med Lord Halifax og anmodede om at blive kaldt til London igen for at rådføre sig med Sir John

Anderson. Rejsen fandt sted i marts 1945. Anderson havde fortsat fuld sympati for fars synspunkter og følte stærkt det store ansvar, sagen indebar. Det var imidlertid meget vanskeligt for ham at foretage sig videre på grund af Churchills afvisende holdning. Den eneste mulighed syntes derfor at være, at far atter søgte kontakt med præsident Roosevelt.

Til brug herved blev der udarbejdet et nyt memorandum, hvori far gik ind på de omfattende foranstaltninger, der ville blive nødvendige som led i en international kontrol med atomvåbnet. En sådan kontrol forudsås at måtte omfatte alle større tekniske foretagender af industriel såvel som af militær art, og måtte derfor baseres på en grad af åbenhed mellem alle lande, der gik langt videre, end hvad man ellers var indstillet på. Det blev imidlertid fremhævet, at en sådan forøget åbenhed netop var, hvad der krævedes for at skabe grundlaget for et virkeligt og alsidigt samarbejde. Uden en sådan åbenhed ville det næppe blive muligt at skabe tillid mellem landene og indfri de forventninger, der stilledes til efterkrigstidens mellemfolkelige samarbejde. Desuden blev det understreget, at det ville være af største betydning at rejse sagen så snart som muligt uden at afvente våbnets færdiggørelse. Hovedafsnittene i dette memorandum er også gengivet i det Åbne Brev.

Ved tilbagekomsten til Washington drøftede far både med Halifax og Frankfurter spørgsmålet om, hvorledes det nye memorandum bedst kunne viderebringes til præsidenten. Mens disse overvejelser stod på, døde Roosevelt den 12. april 1945.

Far overbragte nu det nye memorandum til Vannevar Bush, præsidentens særlige rådgiver i videnskabelige anliggender. Allerede tidligere havde far, efter henstilling fra Roosevelt, talt med Bush om disse problemer. Denne forklarede, at han delte de fremsatte synspunkter, og at han ville videresende fars memorandum til en komité, som han ventede snart ville blive oprettet til drøftelse af atombombens videre perspektiver.

Efter Roosevelts død kom krigsministeren Henry Stimson, på grund af sin nøglestilling i atomenergiprojektet og på grund af den store tillid, han nød, til at øve en særlig indflydelse på de afgørelser, der nu måtte træffes. Frankfurter var en nær ven af Stimson og henvendte sig til ham for at fortælle om fars tanker, og om hvad der var foregået i sagen. Han fandt Stimson dybt optaget af disse spørgsmål og meget lydhør over for de synspunkter, han fremførte. Det blev også aftalt, at Stimson skulle træffe far, men mødet blev ikke til noget, da Stimson ikke var helt rask. Den komité, som Bush

havde talt om, og som blev oprettet under Stimsons formandskab, drøftede spørgsmålet om international kontrol med atomenergien, og der var mange, der udtalte sig positivt for at tage spørgsmålet op med Sovjetunionen, inden der kunne blive tale om anvendelse af atomvåbnet.*)

Far fik ikke selv lejlighed til at udtale sig over for komitéen. I juni 1945 rejste han til London. Danmark var da befriet, og mor kunne støde til ham i England. Her opholdt vi os til krigens afslutning og vendte hjem til Danmark i slutningen af august 1945.

Om krigens bevægede år udtalte far selv i det Åbne Brev:

»Når jeg ser tilbage på de dage, er det vanskeligt for mig tilstrækkeligt levende at beskrive det inderlige håb, at videnskabens store fremskridt måtte indlede en ny æra med harmonisk samarbejde mellem nationerne, og ængstelserne for, at nogen lejlighed til fremme af en sådan udvikling skulle forspildes.«

Omend beretningen i dette kapitel særlig omhandler begivenhederne under krigen, skal jeg til slut berøre, hvorledes fars tanker om atomenergi-problemerne udviklede sig i de følgende år, og kort omtale hans fortsatte bestræbelser på denne front, der i alle disse år vedblev at opfylde så stor en del af hans liv. Mange forhold i denne forbindelse er endnu på for nært hold til at der kan berettes om dem i detaljer.

Den storpolitiske udvikling i efterkrigsårene blev jo hurtigt præget af det dybtgående modsætningsforhold mellem den østlige og vestlige verden, og trods de store forhåbninger der knyttedes til forhandlingerne i F.N. om internationale foranstaltninger til kontrol med atomenergien forblev disse forhandlinger resultatløse.

Denne udvikling affødte en voksende pessimisme i vide kredse, men for far var den jo ikke uventet. Den rokkede derfor heller ikke på noget tidspunkt hans overbevisning om, at atomvåbnenes fremkomst nødvendigvis måtte fremtvinge en tilpasning af forholdet mellem nationerne i retning af langt videregående samarbejde end hidtil kendt, og at hele situationen derfor, hvis grebet an på rette måde, stadig indeholdt store muligheder for at dreje udviklingen i denne retning. De vanskeligheder, der havde vist sig,

*) Disse forhandlinger og overvejelser er beskrevet i »The New World« af Richard C. Hewlett og Oscar E. Anderson Jr. (Volume I of a History of the U.S. Atomic Energy Commission. The Pennsylvania State University Press, 1962). Til fars bestræbelser og hans forhandlinger med Roosevelt har forfatterne imidlertid kun haft ringe kendskab.

bekræftede blot for ham, at det først og fremmest gjaldt om at skabe større gensidig tillid, og at vejen hertil måtte være en udvikling i retning af større åbenhed.

Fra sine første overvejelser om atomvåbnenes perspektiver havde far jo betragtet spørgsmålet om åbenhed som et væsentligt element i dette problemkompleks, men mere og mere blev det for ham det centrale punkt. Mange af de aktuelle storpolitiske problemer, og herunder den nærmere udformning af den internationale kontrol med atomenergien, betragtede han som spørgsmål, der næppe kunne løses så længe forholdene var så stærkt præget af gensidig frygt og mistillid. Kunne man derimod først opnå en større grad af åbenhed med den dermed følgende klimaændring i de internationale forhold, ville disse problemer optræde i nyt perspektiv, og mange af de vanskelige spørgsmål forbundne med atomenergikontrol og nedrustning ville så at sige løse sig af sig selv. Det store mål måtte være fuld åbenhed, med adgang til oplysninger om videnskabelige, tekniske, industrielle, militære og andre forhold og med kontakt på alle fronter, så at hvert land kan vide hvad der foregår i andre lande, og så at problemerne kan debatteres på så objektiv basis som muligt.

Far tog i årene efter krigen ikke selv del i den offentlige debat omkring de internationale forhandlinger om kontrol med atomenergien, ligesom han ikke mente det rigtigt at fortælle offentligt om sine bestræbelser under krigen, idet han var ængstelig for derved at ødelægge politiske muligheder, der stadig måtte være til stede, for en udvikling i den retning, han håbede. På sine hyppige rejser til England og USA, hvor han deltog i videnskabelige møder, benyttede han imidlertid lejligheden til at fremsætte sine synspunkter over for regeringskredse i disse lande.

Det forekom far, at USA, med dets førende stilling på atomenergifel-
tet, havde særlige muligheder for at tage initiativ til større åbenhed, og ved mange lejligheder drøftede han forslag herom med amerikanske statsmænd. På en rejse til USA i 1948 havde han således flere samtaler om dette spørgsmål med den amerikanske udenrigsminister George Marshall, og som grundlag herfor udarbejdede far et memorandum, der er gengivet i det Åbne Brev. Han søgte at gøre gældende, at en erklæring fra USA's side om beredvillighed til straks at medvirke til gennemførelse af fuld gensidig åbenhed mellem alle lande ville være et særligt virkningsfuldt skridt i den ønskede retning. Marshall viste stor interesse for disse tanker, og på hans opfordring redegjorde far i et længere brev til ham for de nærmere enkeltheder om,

hvad det foreslåede tilbud om fuld gensidig åbenhed indebar, og hvorledes det kunne iværksættes. Han havde også mange forhandlinger om disse problemer med repræsentanter for State Department.

I 1950 besluttede far gennem det Åbne Brev til De Forenede Nationer at fremlægge sine synspunkter over for offentligheden og redegøre i store træk for sine bestræbelser. Han søgte heri at vise, at en udvikling henimod større åbenhed i verden er i alles dybeste interesse, som den nødvendige forudsætning for forståelse og samarbejde. Inden for ethvert samfund er det jo en selvfølgelig forudsætning for, at befolkningen kan deltage i beslutninger af politisk og samfundsmæssig karakter, at der er fuld adgang til alle oplysninger af relevans for den pågældende problemstilling. Lignende forhold må nu gælde inden for nationernes samfund. Hemmeligholdelse, der hidtil har været betragtet som et væsentligt led i militære forsvarsforanstaltninger, med det formål at sikre nationen, må nu erkendes som værende, tværtimod, en hindring for opnåelse af fælles sikkerhed mod de katastrofale farer, der truer.

En åben verden må derfor være et hovedmål for udviklingen og en lede-tråd for bestræbelserne for et harmonisk forhold mellem nationerne. Det drejer sig her om et fundamentalt princip, der er helt hævet over den politiske og ideologiske debat. Det vil da også være meget vanskeligt for nogen side at argumentere mod åbenhed, idet det jo blot drejer sig om at vise tillid til, at ens egen sag kun kan fremmes ved at lægges åben for verden. Brevet mundede ud i en appel til alle sider om at støtte kravet om større åbenhed og medvirke til skridt i denne retning. Det henvendte sig både til Øst og Vest og søgte at tale om forholdene mellem landene på en måde, der kunne vinde tilslutning fra alle sider.

Det Åbne Brev fremkaldte kun liden reaktion i offentligheden, uden for Danmark og de øvrige nordiske lande. Der blev ikke fra F.N.'s side taget skridt til videre bekendtgørelse eller til debat om de indeholdte synspunkter. Et par uger efter Brevets offentliggørelse begyndte iøvrigt Koreakrigen, der for en tid kom til at dominere den storpolitiske debat.

Far fortsatte gennem alle årene med den største utrættelighed at virke for forståelse af de synspunkter, han havde fremsat i det Åbne Brev. Ofte drøftede han med danske og nordiske regeringskredse, hvad muligheder den aktuelle situation måtte indebære for at fremme en udvikling i retning af større åbenhed og forståelse. Han havde også lejlighed til at diskutere disse problemer med mange af tidens ledende statsmænd, som han traf på sine

rejser eller som besøgte Danmark. I 1956, under krisen omkring begivenhederne i Ungarn og Suez, rettede far en fornyet henvendelse til F.N. i et åbent brev til generalsekretær Hammarskjöld og henledte heri opmærksomheden på i hvor høj grad et initiativ inden for F.N. til fremme af åbenhed i verden kunne bidrage til en formindskelse af de herskende modsætningsforhold.

I alle disse anliggender modtog far stor støtte fra departementschef Hans Henrik Koch, hvis råd og bistand far værdsatte så højt, og som deltog i mange af de fortrolige drøftelser. I hjemmet på Carlsberg modtog far besøg både af venner og kolleger og andre betydende personligheder fra alle dele af verden. Samtalerne plejede at spænde over mange forskellige problemer, men altid kom de ind på den store ændring, som de tekniske og videnskabelige fremskridt betød for vilkårene for nationernes samliv.

Hvor vanskelig end situationen måtte synes at tegne sig, så far altid nye håb og muligheder, og hans optimisme, der bundede i dyb overbevisning, gjorde et stærkt indtryk på næsten alle han talte med. I hans indstilling til politiske problemer, som i alle andre sager, lå enhver skelnen mellem »modstandere« og »tilhængere« ham fjernt, og han havde en særlig evne til at leve sig ind i de forskellige synspunkter og med denne baggrund virke for en sag, som han var overbevist om, dybest set, var i alles interesse. Som i andre forhold, prøvede han gerne at belyse problemerne også fra deres humoristiske side, og han kunne godt lade en bemærkning falde om, at rigtigt håb om fremskridt i de internationale forhandlinger blev der næppe førend en mere spøgefuld tone vandt indpas.

For ikke at mindske sine egne muligheder for at medvirke for en udvikling i den retning han håbede, mente far at måtte indtage en tilbageholdende stilling til forskellige andre bestræbelser i tiden for at fjerne atomvåb- nenes trusel, hvor megen sympati han end måtte have for disse mål. Især var han ængstelig for at sammenkæde andre forslag med kravet om åbenhed, og derved svække dette krav, som han betragtede som det centrale punkt, og gøre det vanskeligere at opnå alsidig tilslutning dertil.

I de senere år er der jo sket betydningsfulde fremskridt i retning af større kontakt mellem Øst og Vest og øget forståelse af atomtidens krav. Far hilste også med stor tilfredsstillelse, at det videnskabelige samarbejde i disse år atter kunne strække sig over grænser, der en tid var lukkede. Han vedblev selv at tage en meget aktiv del i bestræbelserne på at fremme dette samarbejde. I disse forskellige fremskridt så han de første spirer til den store ud-

vikling af forholdet mellem landene, som han var overbevist om må komme, og til det allersidste var han stærkt optaget af tanker om, hvad der kunne gøres for at fremme denne udvikling.

Minder fra efterkrigstiden

Af Abraham Pais

I januar 1946 kom jeg, som Rask-Ørsted stipendiat, for første gang til København fra mit hjemland Holland. Jeg var den første af efterkrigs-generationen, der fra udlandet kom til Bohrs institut på et længere studieophold. Morgenen efter min ankomst gik jeg ind til fru Schultz, som bad mig vente i tidsskriftsværelset, der støder op til biblioteket. Hun ville sige til, så snart professor Bohr havde tid til at tage imod mig. Efter at jeg havde siddet og læst i nogen tid, bankede det på døren. Jeg sagde: kom ind! Døren gik op. Det var Bohr. Og min første tanke var, hvor har han dog et dystert ansigt.

Så begyndte han at tale.

Jeg har ofte senere undret mig over dette første indtryk. Det forsvandt i samme øjeblik, som Bohr begyndte at tale til mig den morgen, for aldrig mere at vende tilbage. Man kan ganske vist med rette beskrive Bohrs fysiognomi, når det var helt i ro, som usædvanlig tungt og furet. Alligevel huskes Bohrs ansigt af alle, der kendte ham, for dets intense liv og dets varme og lyse smil. Kun én gang har jeg hørt om en anden iagttagelse, der ikke var helt ulig mit eget første, overfladiske indtryk. Samme sommer fortalte Bohrs gamle tante, frøken Hanna Adler, mig på stranden ved Tisvildeleje om en oplevelse, som hun havde haft for mange år siden, da hun sad i en sporvogn i København sammen med Bohrs mor og de to drenge, Harald og Niels. Sønnerne hang ved deres mors læber, mens hun fortalte dem en historie. Øjensynligt må der have været noget besynderligt ved deres koncentrerede ansigtsudtryk, for frøken Adler hørte pludselig en dame i sporvognen bemærke til sin sidemand: »Stakkels mor«.

Jeg så ikke meget til Bohr i den næste måneds tid. Efter en kort rejse til Norge var han travlt optaget af planer for udvidelse af sit institut. Snart blev jeg dog inviteret til søndagsmiddag på Carlsberg, og samme aften fik jeg for første gang lejlighed til at tale fysik med Bohr i hans arbejdsværelse. Jeg fortalte ham om de ting, jeg havde arbejdet med i de år, jeg var under jorden i Holland. Det drejede sig om selvenergi-problemet i kvantefeltteorien. Kort fortalt, betragter man i en sådan teori en

elementarpartikel som elektronen som værende uden udstrækning, et punkt. Dette fører til den øjensynlige vanskelighed, at elektronen derved får en uendelig energi som følge af det elektromagnetiske felt, den frembringer. På dette tidspunkt var jeg optaget af spørgsmålet om, hvorvidt sådanne uendeligheder kunne kompenseres ved en hypotetisk kobling af elektronen til et andet felt med kort rækkevidde. Bohr sad og røg på sin pibe, mens jeg talte, så mest ned for sig og kastede kun sjældent et blik på tavlen, på hvilken jeg med begejstring skrev formler. Da jeg var færdig, sagde Bohr ikke ret meget, og jeg gik lidt skuffet derfra med det indtryk, at det altsammen ikke interesserede ham det allerringeste. Dengang kendte jeg ikke Bohr godt nok til at vide, at dette ikke var ganske rigtigt. Senere hen ville jeg med det samme have vidst, at Bohrs nysgerrighed var vakt, idet han hverken havde bemærket, at dette var meget, meget interessant, eller at vi var meget mere enige, end jeg troede.

Efter diskussionen gik vi tilbage til dagligstuen for igen at slutte os til det øvrige selskab. Dengang, såvel som ved senere lejligheder, følte jeg mig lykkelig over for en stund at være i den stimulerende atmosfære af varme og harmoni, som fru Bohr og hendes mand forstod at skabe, hvor i verden de end var, men fremfor alt i deres eget hjem. Samtalen gled nu over på mere almene emner, og jeg fik den aften for første gang en fornemmelse af Bohrs intense optagethed af de verdenspolitiske problemer. På dette område koncentrerede alle hans tanker sig om én eneste central idé, nemlig de enestående muligheder for en åben og fredelig verden, der lå i fremkomsten af atomvåbnene. Jeg skal ikke opholde mig ved dette emne, som bliver omtalt med meget større kompetence af andre. Hvad jeg ønsker at genkalde her, er blot det dybe indtryk, som Bohrs fornemmelse af dette spørgsmåls presserende karakter gjorde på en ung mand, der netop var ved at gøre sig fri af okkupationstidens livsform. »USA's frigivelse af atomdata til rent videnskabelige formål er kun af sekundær betydning. Det væsentlige punkt er det politiske spørgsmål. De øjeblikkelige politiske problemer i Polen, Iran, o. s. v. er, hvor vigtige de end er, kun sekundære spørgsmål«. Sådanne bemærkninger kan nu synes indlysende, men de var dengang ikke nær så almindelig anerkendt. Her som på det videnskabelige område lå Bohrs styrke i målbevidst at forfølge et givet emne. På dette tidspunkt var han stadig så optimistisk at tro, at om et år eller to ville sådanne synspunkter, som han da gav udtryk for, blive anerkendt af de regeringer, som de mest direkte vedkom.



Ved indvielsen af det nye fysiske institut i Lund i 1954, ved hvilken lejlighed den svenske konge var til stede, demonstrerede Niels Bohr tippetoppen såvel for kong Gustaf Adolf som for vennen Wolfgang Pauli



Spisestuen i boligen på Carlsberg er smykket med relieffer af Thorvaldsen og hans statue af gudinden Hebe



Et hyggeligt hjørne i den store opholdsstue

Det ville imidlertid være forkert at antage, at en aften hos Bohr kun gik med diskussioner om sådanne vægtige problemer. Før eller senere ville Bohr, for at illustrere et eller andet eller blot for sin egen fornøjelses skyld, begynde at fortælle historier. Jeg tror, at Bohr til enhver tid havde omkring en halv snes yndlingsvittigheder. Han fortalte dem, og vi lærte dem at kende. Alligevel ophørte han aldrig at fængsle sine tilhørere. Når jeg hørte begyndelsen af en sådan velkendt fortælling, glædede jeg mig altid, ikke så meget til selve pointen som til Bohrs egen hjertelige latter, når han havde endt sin historie. På dette tidspunkt havde han en vittighed, som jeg, om det så gjaldt mit liv, ikke kan huske gangen i, kun slutningseffekten: »Spørgsmålet er ikke, om irerne er mennesker, men om menneskene er irere«.

Kort tid herefter, den 3. marts, blev Instituttets 25-års fødselsdag fejret. I overensstemmelse med hele Bohrs stil var det en intim festlighed, hvis højdepunkt var, da Bohr fortalte minder om personer og begivenheder fra den heroiske tid. Det hele foregik ganske enkelt, der var kun et par korte taler. Det var min opgave at tale på efterkrigstidens første udenlandske gæsters vegne og give udtryk for vor taknemmelighed. Om aftenen var der naturligvis fest i »Parentesen«, de matematik- og fysikstuderendes forening. Her lærte jeg at synge »Videnskabens fædre«, hvis sidste strofe skal synges, mens deltagerne står på deres stole med et glas øl i hånden: »Nobelmanden Niels Bohr ved vej blandt alle vildspor . . .« Vi var alle stolte over at have Bohr hos os i det øjeblik.

Gennem de følgende uger blev det klart, at Bohr var blevet temmelig interesseret i de problemer om kvantefeltteorien, som jeg havde omtalt for ham. Af og til bad han mig komme ind på sit kontor for at forklare ham en eller anden side af sagen. Han var særlig fængslet af de argumenter, som viste, at mange problemer vedrørende elementarpartikler (som for eksempel det tidligere nævnte spørgsmål om selvenergien) principielt er kvanteproblemer, som ikke kan behandles med den klassiske fysiks metoder. Det må bemærkes, at dengang var dette synspunkt ikke så almindeligt anerkendt, som tilfældet skulle blive to år senere, da den moderne udvikling af feltteorien, kendt som renormaliseringsprogrammet, tog sin begyndelse.

I mellemtiden var jeg blevet engageret i flere andre projekter på Institutet. Jeg vil lige nævne et af disse, et arbejde med Hulthén over spredning af nukleoner på nukleoner, da det kan være interessant at tænke på,

hvor dristige vi følte os ved at udvide de numeriske beregninger til den uøvrte energi af 25 millioner elektronvolt.

Så en dag i maj spurgte Bohr mig, om jeg ville være interesseret i at arbejde sammen med ham dagligt i de kommende måneder. Jeg var betaget ved tanken og tog imod tilbudet. Næste morgen tog jeg ud til Carlsberg. Det første, Bohr sagde til mig, var, at det kun ville blive et udbytterigt samarbejde, hvis jeg forstod, at han var dilettant. Denne uventede bemærkning kunne jeg kun besvare med et høfligt, tvivlende smil. Men øjensynlig mente Bohr det alvorligt. Han forklarede, hvorledes han altid måtte nærme sig ethvert nyt problem fra et udgangspunkt af komplet uvidenhed. Det kan måske bedre udtrykkes således, at Bohrs styrke lå i hans formidable intuition og indsigt og slet ikke i lærdom. Jeg kom til at tænke på hans bemærkninger fra denne morgen, da jeg nogle år senere sad ved siden af ham under et kollokvium i Princeton. Emnet var kerneisomerer. Alt mens taleren fortsatte, blev Bohr mere og mere urolig og begyndte at hviske til mig, at det var helt forkert alt sammen. Til sidst kunne han ikke beherske sig længere og ville komme med en indvending. Efter at have rejst sig halvt op, satte han sig ned igen, så ulykkelig og rådvild på mig og spurgte: »Hvad er en isomer?«

Det første arbejde, vi gik i gang med, var forberedelsen af Bohrs åbningstale ved den internationale konference om elementarpartikler, som skulle holdes i juli i Cambridge. Det var det første møde i sin art efter krigen. Bohr havde i sinde at komme med en række kommentarer til de problemer vedrørende kvantefeltteorien, som der tidligere er hentydet til. Jeg må indrømme, at jeg i begyndelsen af vort samarbejde ofte slet ikke kunne følge Bohrs tankebaner og faktisk tit var ganske forvirret. Jeg kunne ikke se, hvorledes en bemærkning om, at Schrödinger var fuldstændig chokeret i 1925, da han hørte om sandsynlighedsfortolkningen af kvantemekanikken, eller en henvisning til en eller anden indvending, som Einstein havde gjort i 1928, og som tilsyneladende var uden nogen som helst forbindelse med det foreliggende emne, kunne være sagen vedkommende. Men det tog ikke lang tid, før det begyndte at dæmre for mig. Jeg begyndte at forstå ikke blot linien i Bohrs argumentation, men også dens formål. Ligesom en sportsmand varmer op med øvelser, inden han skal i kamp, således genoplevede Bohr de kampe, der havde været nødvendige, inden indholdet af kvantemekanikken blev forstået og accepteret. Jeg kan roligt sige, at hos Bohr begyndte denne kamp på ny hver eneste

dag. Dette, er jeg overbevist om, var Bohrs personligheds udtømmelige kilde. Einstein optrådte altid som hans vigtigste åndelige træningspartner; selv efter Einsteins død diskuterede han med ham, som om han stadig levede.

Jeg er nu i stand til at forklare, hvori den væsentlige og varige inspiration, som jeg modtog gennem diskussionerne med Bohr, bestod. I Holland havde jeg fået en solid uddannelse som fysiker. Det er historisk uundgåeligt, at vi i min generation fik kvantemekanikken færdigservet. Mens jeg kan sige, at jeg havde pænt kendskab til teoriens praktiske anvendelse, havde jeg ikke loddet og kunne sikkert næppe have gjort det, hvor utrolig dybt overgangen fra den klassiske til den kvanteteoretiske tænkemåde havde påvirket både bygmestrene og de nærmeste vidner til den revolution inden for fysikken, som fandt sted i 1925. Ved regelmæssigt at være vidne til Bohrs »daglige kamp«, og ved atter og atter at høre ham understrege betydningen af »den erkendelsesteoretiske belæring som kvantemekanikken har givet os«, for at benytte et af hans yndlingsudtryk, uddybedes min forståelse ikke blot af fysikkens historie, men også af fysikken selv. I virkeligheden har de mange timer, hvor Bohr talte til mig om komplementaritet, virket frigørende på alle områder af min tænkning.

Formålet med ovenstående bemærkninger er ikke så meget at lade det, der foregår i nærværende forfatters sind, tjene læseren til opbyggelse, som ved eksempler at vise, på hvilken måde den direkte, nære kontakt med Bohr påvirkede fysikere fra tiden efter kvantemekanikken. For tidligere generationer havde Bohr ført an i slag ved erkendelsens yderste grænser. Dette var ikke længere tilfældet på den tid, jeg fortæller om, og heller ikke senere; sådan er skæbnen. For os, som kendte ham dengang, stod Bohr som den ledende blandt grundlæggerne af et af de største fremskridt i videnskabens historie (det ville være malplaceret at tale om filosofen Bohr på dette tidspunkt af hans liv, da hans holdning til professionel filosofi altid mildest talt var skeptisk). Ganske vist var Bohr lige til det sidste en af de mest fordomsfri fysikere, jeg har kendt, altid ivrig efter fra de unge at lære om de nye fremskridt og altid trofast mod sin egen formaning om stadig at være forberedt på overraskelser (i denne henseende var han helt forskellig fra Einstein). Men som det måtte ske, skiftede hans rolle på de helt nye forskningsfelter fra skuespillerens til tilskuerens. Bohr skabte atomfysikken og satte sit præg på kernefysikken. Med partikelfysikken, det næste kapitel, begynder perioden efter Bohr.

I virkeligheden repræsenterer Cambridgeforedraget fra 1946 det længste skridt, som Bohr har taget ind i de nyere problemer.

Omkring dette tidspunkt foreslog Bohr, at vi skulle »lægge bort titlerne«, som svenskerne siger, hvilket betyder, at man går over til at tiltale hinanden med »du«. Jeg mindes, hvordan jeg i begyndelsen vendte og drejede sætningerne på de mest akavede måder for at undgå denne tiltaleform, men jeg vænnede mig efterhånden til den.

Nogen tid senere tog familien Bohr op til deres sommerhus i Tisvilde, og jeg blev indbudt til at bo hos dem, således at arbejdet kunne fortsætte. Det var en vidunderlig oplevelse. En stor del af dagen arbejdede vi i en lille pavillon, der lå for sig selv i haven. I hele denne periode var Aage Bohr med. Om eftermiddagen gik vi i vandet, og om aftenen arbejdede vi ofte igen. Sommetider, når Aage og jeg havde trukket os tilbage, hændte det, at Bohr kom ind igen på strømpesokker for at delagtiggøre os i endnu en tanke, der lige var faldet ham ind.

Andre aftener tilbragte vi i familiekredsen, og undertiden læste Bohr nogle af sine yndlingsdigte højt for os. Jeg mærkede dem af i mine egne bøger: Goethes »Zueignung«, Schillers »Sprüche des Konfuzius«, »Breite und Tiefe«, »Mädchens Klage« med flere. Bohr holdt især af disse linier:

». . . Wer etwas Treffliches leisten will,
Hätt' gern was Grosses geboren,
Der sammle still und unerschlafft
Im kleinsten Punkte die höchste Kraft«.

Som i alt andet Bohr foretog sig, det være sig stort eller småt, evnede han også her at lægge hele sit væsen i det, og han kunne give smukt udtryk for, hvor lille punktet var, og hvor stor kraften.

Bohr var en utrættelig arbejder. Når han behøvede en pause i diskussionerne, gik han udenfor og hengav sig med, hvad man kun kan betegne som vildskab, til at trække ukrudt op. Jeg kan også her give mit lille bidrag til legenden om piberygeren Bohr. Det er velkendt, at for ham var de operationer at fylde en pibe og tænde den ombyttelige, men den følgende situation er endog mere ekstrem. En dag gik Bohr og lugede med piben mellem tænderne. Pludselig faldt pibehovedet af spidsen, uden at Bohr bemærkede det. Aage og jeg, som lå henslængt i græsset, afventede spændt hvad der videre ville ske. Jeg skal sent glemme

Bohrs udtryk af bestyrtelse, da han fandt sig selv holdende en tændstik, som han tankefuldt havde tændt, mod en pibe uden hoved.

Bohr ofrede utrolige anstrengelser og omhu på udarbejdelsen af sine afhandlinger; imidlertid var det at udføre selve den fysiske handling at skrive med pennen eller kridtet i hånden næsten fremmed for ham. Han foretrak at diktere. En af de få gange, jeg virkelig så Bohr skrive selv, udførte han det mest forunderlige stykke kalligrafi, jeg nogen sinde har set.

Det skete samme sommer i Tisvilde. Vi diskuterede det foredrag, Bohr skulle holde i anledning af trehundredeårsdagen for Newtons fødsel. Bohr stod foran tavlen (hvor Bohr opholdt sig, var der aldrig langt til en tavle) og nedskrev nogle hovedpunkter, som skulle diskuteres. Et af disse havde noget at gøre med harmonien i et eller andet. Bohr skrev derfor ordet »harmony« på tavlen; det så omtrent således ud:



Efterhånden, som diskussionen fortsatte, blev Bohr imidlertid utilfreds med ordet harmoni. Han gik uroligt frem og tilbage. Så stod han pludselig stille, og hans ansigt lyste op. »Nu har jeg det; vi må ændre »harmony« til »uniformity«. Han tog så kridtet igen, stod et øjeblik og kiggede på det, han havde skrevet, og lavede så følgende forandring:



med ét eneste triumferende slag med kridtet mod tavlen.

Og så var tiden inde, hvor vi måtte vende tilbage til København. Vi kørte i bil. For at sætte sig i en bil, som Bohr kørte, måtte man være fatalist. Ved denne specielle lejlighed klagede han over at have det for varmt og gav så slip på rattet for at tage sin jakke af. Fru Bohrs hurtige

indgriben reddede situationen. Kort tid efter rejste Bohr til England. Jeg talte med ham, da han vendte tilbage, og snart efter forlod jeg Danmark.

På vejen til USA gjorde jeg et ophold i Holland og benyttede lejligheden til at besøge Fokker i Haarlem. Jeg fortalte ham om nogle af mine seneste oplevelser i Danmark. Dette fik Fokker til at fortælle mig om sin egen forbindelse med Bohr i en meget tidligere periode. Han havde meget interessant at berette om. I 1913-14 studerede han hos Einstein i Zürich og holdt der det første kollokvium om Bohrs teori for brintatomet. Einstein, Laue og Stern var blandt tilhørerne. Einstein reagerede ikke umiddelbart, men sad i tankefuld tavshed. I 1914 tilbragte Fokker seks uger hos Rutherford, hvor han mødte Bohr. Bohr spurgte alle og enhver: »Tror De på det?«

To måneder senere traf jeg igen Bohr i forbindelse med højtidelighederne i anledning af Princeton-universitetets tohundredårsdag. Bohr spurgte mig, om jeg ville være ham behjælpelig med at forberede et foredrag til denne lejlighed. Jeg hjalp ham, og jeg ved, hvor vel forberedt Bohr var med omhyggeligt opbyggede argumenter. Jeg husker imidlertid min forbavselse over den tale, Bohr holdt, da det kom til stykket, og som blev holdt helt uden manuskript. Jeg tror dog, at min forbavselse skyldtes, at jeg aldrig før havde hørt Bohr tale offentligt.

Når jeg skal forsøge at beskrive den oplevelse, det var at høre Bohr tale for en større forsamling, kommer jeg til at tænke på en historie om violinisten Eugène Issaye, som engang havde et medlem af en kongelig familie som elev. En anden meget berømt musiker (hvem jeg skylder denne historie) spurgte Issaye, hvordan det gik hans elev. Issaye rakte hænderne mod himlen og sukkede: »Åh, hendes kongelige højhed, hun spiller guddommeligt dårligt«.

Hvor forskellig end baggrunden var i de to tilfælde, er det dog disse ord, der bedst karakteriserer situationen. Bohr var en guddommelig dårlig taler. Dette skyldtes ikke Bohrs regel om aldrig at tale klarere, end man tænker. Havde han gjort det, ville resultatet være blevet et ganske andet, thi Bohr var en mand af den største tankens klarhed. Det skyldtes heller ikke den kendsgerning, at Bohrs stemme ikke rakte langt, hvilket gjorde det umuligt at høre ham bagest i en større forsamling. Grunden var, at Bohr stod i dybe tanker, mens han talte. Jeg husker, hvorledes han den dag efter at være kommet igennem en del af et argument sagde: »og .. og ..«. Så tav han i højst et sekund og sagde så: »Men ..« og fortsatte.

Mellem og'et og men'et havde det næste punkt passeret hjernen. Han glemte simpelthen at sige det højt og fortsatte så et eller andet sted længere fremme. For mig var historien sammenhængende nok, da jeg præcis vidste, hvad der skulle fyldes i de huller, som Bohr lod stå åbne. Således er det sket mere end én gang, at jeg efter et af Bohrs foredrag har set tilhørerne forlade lokalet noget desorienterede, skønt Bohr havde slidt hårdt i det for at være forberedt i alle detaljer. Og dog, når Bohr så bagefter kom hen til mig og stillede sit karakteristiske spørgsmål: »Jeg håber, det var nogenlunde?«, så kunne jeg forsikre ham om, at det var meget mere end det. Uanset alle begrænsninger i taleteknisk henseende, udøvede denne utrættelige kamp for sandheden en stærk inspiration.

Samtidig må det understreges, at den bedste måde for Bohr at meddele sig på faktisk var det talte ord, blot skulle der kun være ét eller allerhøjest et par mennesker til stede. Bohrs behov for at udtrykke sig mundtligt var stort, som følgende hændelse vil illustrere. Ved en senere lejlighed (1948) kom Bohr til Princeton efter at være rejst med skib fra Danmark. I omkring en uge havde han ingen lejlighed haft til at diskutere videnskabelige spørgsmål; han var helt sprængfærdig. Pauli og jeg gik ude i en af instituttets gange, netop da Bohr kom. Da han så os, puffede han os praktisk talt ind i et kontor, fik os sat ned og sagde: »Pauli, schweig« og talte så i een køre i næsten to timer, før nogen af os fik en chance til at afbryde ham. Var Bohrs ord blevet bevaret, ville de have udgjort et fascinerende dokument om kvanteteoriens udvikling.

Jeg kan her tilføje et par ord om Bohrs brug af det engelske sprog. Han beherskede det helt, men han havde nogle bestemte og meget charmerende udtalefejl. Den, jeg husker bedst, er den måde, hvorpå han refererede til en af vor tids store trusler som »atomic bum« (mit forsøg på lydskrift). Han plejede også at kalde forbundspolitiet i USA (Federal Bureau of Investigation – FBI) for »FIB«, hvilket på en eller anden måde syntes at tage brodden af Mr. Hoover's organisation.

Under den førnævnte tohundredears-konference henvendte P. Schilpp sig til Bohr for at anmode ham om et bidrag til det festskrift, der var planlagt i anledning af Einsteins 70-årsdag. Jeg skal senere vende tilbage hertil. Lige nu ønsker jeg at fortælle om min egen første oplevelse af, hvordan Einstein virkede på Bohr. Det hændte et par uger senere, at Bohr kom ind på mit kontor på Institute for Advanced Study, hvor jeg dengang arbejdede som midlertidigt medlem af staben. Han var på én

gang vred og fortvivlet og gentog flere gange: »Jeg er led og ked af mig selv«. Jeg blev bekymret og spurgte, hvad der var sket. Han fortalte mig, at han lige havde været nedenunder for at tale med Einstein. Som altid var de kommet i strid om fortolkningen af kvantemekanikken, og som det var tilfældet lige til det sidste, havde Bohr været ude af stand til at overbevise Einstein om sine synspunkter. Der er ikke tvivl om, at Einsteins manglende samtykke på dette punkt var en dyb skuffelse for Bohr. Det er en lykke for os, at dette fik Bohr til vedblivende at stræbe efter afklaring og bedre formulering. Ikke nok med det; det var også en lykke for Bohr selv.

Bohr forlod USA sent i november. I februar 1948 vendte han tilbage til instituttet i Princeton, hvor han var fast medlem af staben. Bohrs første medlemskab daterer sig fra 1939; det var i denne periode, at han publicerede sin berømte note om de forskellige fissionsegenskaber hos uran 235 og uran 238. Det kan anføres, at så snart nyheden om Bohrs flugt fra Danmark i 1943 nåede USA, gjorde instituttets leder F. Aydelotte straks forsøg på at få Bohr dertil, men der var andre ting, der skulle gøres. I et brev til Aydelotte skrev Vannevar Bush, at Bohr var engageret i andre foretagender »som jeg ikke helt forstår endnu«. Da Oppenheimer blev leder af instituttet, blev Bohr udnævnt til permanent, ikke-bosiddende medlem, hvilket vil sige, at han kunne komme på besøg og rejse igen, som han ville. Bohr benyttede sig af sit medlemskab i forårssemesteret 1948 og igen i efterårssemesteret 1954.

I 1948-perioden så jeg meget til Bohr, idet han og fru Bohr boede Dickinson Street 14 i samme hus, hvor jeg beboede den øverste etage. Når jeg kom hjem om aftenen, udspilledes ofte følgende lille, indtagende komedie. Idet jeg åbnede døren, var Bohr på vej gennem gangen ud i køkkenet med ryggen til mig. På denne måde kunne han lade mig opdage ham først. Så vendte han sig pludselig om med tilsyneladende forbavselse og spurgte, om jeg havde lyst til et glas sherry. Så satte vi os ned og gav os til at tale om de politiske problemer. På dette tidspunkt var Bohr blevet berøvet sine illusioner med hensyn til den officielle reaktion over for hele atomspørgsmålet. Det var hans ønske nu at gøre et direkte forsøg på at få sine synspunkter taget op til overvejelse af dem, som sad i ansvarlige stillinger, og i denne hensigt forberedte han et memorandum, som vi diskuterede om og om igen i disse aftener. Det dannede grundlaget for Bohrs åbne brev til De Forenede Nationer i 1950.

Bortset herfra tilbragte Bohr det meste af sin tid med at lægge sidste hånd på sit bidrag til det tidligere omtalte Einstein-festskrift. Denne afhandling er Bohrs mesterstykke. Intetsteds i litteraturen er hans tænkning bedre tilgængelig; og afhandlingen er en nødvendig forudsætning for alle, der nu eller i fremtiden vil studere kvantemekanik. I denne periode var jeg vidne til en morsom episode, som både Bohr og Einstein var impliceret i.

En morgen kom Bohr ind på mit kontor og begyndte således: »Du er så klog ...«. Jeg begyndte at le (man behøvede ikke at være hverken formel eller højtidelig i omgangen med Bohr) og sagde: »Allright, jeg er med«. Bohr ville gerne have, jeg kom ned og talte med ham på hans kontor. Det er her nødvendigt at forklare, at Bohr på den tid brugte Einsteins private kontor i Fuld Hall, mens Einstein selv brugte et tilstødende, lille rum; han kunne ikke lide det store rum og brugte det alligevel ikke (et fotografi i festskriftet for Einstein i *Reviews of Modern Physics* 1949 viser Einstein siddende i det lille rum, som egentlig var beregnet for en assistent). Da vi var kommet indenfor, bad Bohr mig tage plads (»jeg må altid have et begyndelsespunkt for koordinatsystemet«), og snart begyndte han at fare som en rasende rundt om det aflange bord midt i rummet. Så bad han mig om jeg ville skrive nogle sætninger ned, efterhånden som de dukkede frem, alt mens han ilede rundt. Det skal lige siges, at ved den slags lejligheder havde Bohr aldrig en hel sætning parat ad gangen. Han kunne ofte dvæle ved et ord, fremsige det ligesom bønfoldende for at finde fortsættelsen. Dette kunne vare ved i mange minutter. Lige nu var det ordet »Einstein«. Og dér næsten løb Bohr rundt om bordet, gentagende »Einstein ... Einstein ...«. Det må have været et ejendommeligt syn for den, der ikke kendte Bohr godt. Lidt efter gik han hen til vinduet, stirrede ud og gentog nu og da: »Einstein ... Einstein ...«

I dette øjeblik blev døren åbnet ganske stille, og Einstein kom listende ind. Han gjorde med fingeren for munden og med sit gavtyvesmil på ansigtet tegn til mig, at jeg skulle være ganske stille. Nogle minutter senere kom forklaringen på hans opførsel. Hans læge havde forbudt ham at købe tobak, men havde ikke forbudt ham at stjæle den, og det var netop, hvad han var i færd med nu. Stadig på listefod stilede han lige mod Bohrs tobakskrukke, som stod på bordet, jeg sad ved. Alt imens stod Bohr ved vinduet, intetanende, og mumlede »Einstein ... Einstein ...«.

Jeg var helt i vildrede med, hvad jeg skulle gøre, da jeg på dette tidspunkt ikke anede, hvad Einstein havde i sinde.

Med et fast »Einstein« vendte Bohr sig om. Og der stod de så, ansigt til ansigt, som om Bohr havde manet ham frem. Det er altfor svagt at sige, at Bohr for et øjeblik blev stum. Selv jeg, som havde set det komme, følte mig et øjeblik helt uhyggelig til mode, så jeg kunne udmærket forstå Bohrs reaktion. Et øjeblik efter, da Einstein havde forklaret sit ærinde, var fortryllesen brudt, og vi brast alle i latter.

Jeg har ovenfor beskrevet de perioder, i hvilke jeg havde den nærmeste kontakt med Bohr. I de følgende år så jeg ham ofte, enten i Danmark eller USA, men ikke mere for længere tid ad gangen.

I efteråret 1961 deltog vi begge i Solvay-kongressen i Bruxelles. Det var halvtredsårsdagen for den første kongres, og Bohr redegjorde både charmerende og fængslende for udviklingen i denne periode. Han var til stede ved det indlæg, jeg gav ved samme møde, og bagefter spadserede vi i gangen og talte om partikelfysikkens fremtid. Det var sidste gang, jeg talte med ham.

Bohrs liv var rigt og fuldt. Som jeg skriver disse sidste linier, hører jeg Bohr fremsige to linier fra et andet af hans yndlingsdigte:

»Nur die Fülle führt zur Klarheit,
Und im Abgrund wohnt die Wahrheit«.

Forholdet til de yngste disciple

Af Jørgen Kalckar

Den, der i en periode af livet, hvor sindet endnu er modtageligt og let at påvirke, havde den lykke at komme i nærmere berøring med Niels Bohr og føle sig ledet og formet af hans muntre, blide og stærke personlighed, fik ikke alene åbnet nye udsyn over menneskelivets vilkår, således som de er betinget af menneskets plads inden for naturens rammer, men modtog tillige en dyb og stadig levende inspiration, der satte tidsskel i ens udvikling. Jeg ved ikke af nogen indflydelse, der i henseende til lykkeligt afgørende betydning for hele tilværelsen kan sammenlignes med den, jeg blev genstand for gennem arbejdet med Bohr.

Som så mange andre havde jeg tidligt været fortrolig med det billede af Niels Bohr, som tegnedes gennem hundrede anekdoter, havde endda ved enkelte lejligheder oplevet ham som forelæser; det slog mig dog allerede ved det første møde, at det almindelige indtryk af Bohr, som jo indtil da også havde måttet være mit, var ufuldkomment i væsentlige henseender, omend jeg selvfølgelig ikke ved den lejlighed kunne danne mig noget klart begreb om, hvori ufuldstændigheden bestod. Bohr fortalte med mange spøgefulde sidespring om sine planer for fremtiden, de umiddelbare og dem, der lå fjernere. Hans smil og hans overraskende og gribende mangel på affektation indgød en uendelig tillid og tryghed og overvandt hurtigt enhver ungdommelig skyhed.

Som tiden gik, blev forholdet mellem lærer og elev fortroligere, og Bohr blev ikke blot den indtrængende opdrager og faderlige ven, men tillige – trods den uhyre overlegenhed i evner, position og erfaring – en legekammerat og sammensvoren, der altid var parat til helhjertet at deltage i alle glæder og sorger, og som førte an på sælsomme, oplevelsesrige ekspeditioner. Sommetider, når vi befandt os balancerende på vaklende stiger og skrøbelige stilladser for at tage fremskridtene i øjesyn af det byggeri, som skulle føje nogle rum til arbejdsværelserne på Carlsberg, eller entrende et hegn, der søgte at hindre vor videre fremtrængen ad en sti i Tisvilde, kunne man i et nu føle sig hensat til barndomstiden, hvor alle slags eventyr lå parat lige om hjørnet: Så friske og nyskabte tog alle ting sig med ét ud.

I tidens løb kom den mageløse enhed i Bohrs personlighed til at stå kla-

rere for mig, og det er dette indtryk, som jeg på de efterfølgende blade skal prøve at formidle. De af Bohrs medarbejdere og elever, som iøvrigt i denne bog har skildret samarbejdet med deres store lærer, havde ofte, allerede da de trådte i nærmere forbindelse med ham, ydet afgørende og originale bidrag til den fysiske forskning. Det siger sig selv, at deres forhold til Bohr, hvem de jo også stod nærmere i alder end jeg gjorde, var meget forskelligt i karakter fra det, hvorom her skal fortælles, og at de ganske anderledes vil være i stand til at bibringe læseren et indtryk af Bohrs arbejde og metode som fysiker. Måske kan det dog have interesse at se, hvorledes Bohrs rige personlighed genspejledes i en ganske ung og uerfaren fysiker, der havde den lykke gennem få, korte år at arbejde med ham.

Det interiør, hvori en ubrudt række af lyse arbejdsdage i de nye værelser på Carlsberg eller i det lille havehus i Tisvilde gik hen, domineres i erindringer af tavlen med tegninger og udregninger, chokoladeæskene med »potentiell energi«, bunken med udkast, kladder og ubesvarede breve, samt vore piber, der ofte blandedes i håbløs forvirring. Bohr kunne pludselig standse sine overvejelser ved tavlen, blæse voldsomt gennem piben, der antagelig var tilstoppet, tage den ud af munden og se undrende på den: »Jeg synes ikke, jeg kender denne her. Det skulle vel ikke være Deres?« Hvis det ikke var min, ville han på ny forsøge at få ild i tobakken, idet han med sindsro bemærkede, at »så stammer den nok fra Lindhards tid«, og igen vendte sig mod tavlen. I billederne fra Tisvilde føjes nye stemninger til. At lægge brændet rigtigt til rette i kakkelovnen i det lille havehus var en kunst, der først måtte læres, og spadsereturene i skoven var eventyrfærd, som man vendte hjem fra rig på oplevelser. Hvem, der ikke har kendt Bohr, påskønner mon den fulde glæde ved at plukke og spise modne solbær i strømmende regn? For mig er ordet »sommer« for bestandigt associeret med duften af vådt løv, smagen af solbær og billedet af Bohr halvvejs skjult i en busk midt i udredningen af et vanskeligt argument eller nærmende sig pointen i en kompliceret anekdote.

Det arbejde, der som et bestandigt akkompagnement strakte sig gennem de år, jeg kom til at arbejde med Bohr, var den lange, rige afhandling om Rutherford, der indeholder en næsten fuldstændig række af Bohrs erindringer om fysikkens udvikling fra omkring 1911 og op til Rutherfords død i 1937. Men jævnsides med dette store arbejde udførtes alle slags mindre opgaver, og der var altid tid til en grundig drøftelse af et eller andet problem,

som havde fanget Bohrs interesse. Den allerførste gang, jeg kom til Carlsberg, fandt jeg således på tavlen en tegning af universet selv: en stor cirkel med en masse spredte prikker i. Spørgsmålet, der var under debat, var den såkaldte »steady-state theory«, ifølge hvilken universet makroskopisk set tager sig ens ud for ligeberettigede iagttagere. Vanskeligheden bestod i at forstå, hvad der lå i begrebet »ligeberettigede iagttagere«, nærmere bestemt, til hvilke henførelsessystemer de måtte tænkes knyttet. Næste dag mødtes jeg af en ny tegning på tavlen: en rotte, stærkt skematiseret, men med en fornøjet krølle på den lange hale, som snoede sig ud og ind mellem differentiallyigninger, der beskrev udskillelsen af radioaktivt calcium injiceret i rottens blod.

En væsentlig opgave ved udarbejdelsen af afhandlingen om Rutherford var den i koncentreret form at præsentere kernen i de forskellige ræsonnementer og eksperimenter, som var vigtige led af den store udvikling. For at få det rette overblik over hver enkelt fase plejede Bohr til indledning at gennemgå argumenterne på tavlen med stor grundighed. Hans hukommelse for detaljer var mirakuløs, og hans vidunderlige overlegenhed på alle fysikkens områder var ham en selvfølgelighed, som det ikke faldt ham ind at dække bag falsk beskedenhed. Han følte sig med indtagende og berettiget stolthed i et kollegialt forhold til naturen, der, som det syntes, tilhviskede ham hemmeligheder, som den skjulte for andre.

Sammenhængen mellem Bohrs værk og hans hele personlighed er så stærk, at man næsten kan tale om en identitet. Den drejning, som han gav den moderne fysiks kurs, og hvorved den fik sine vidtgående erkendelsesteoretiske konsekvenser, udsprang så direkte af og harmonerede i så sjældnen grad med fundamentale rørelser i hans eget sind, at man om ham tør bruge det udtryk, som man ellers forbeholder de store kunstnere: at han skabte en verden ud af sit indre. Omend naturligvis Niels Bohr med sin overlegne fysiske intuition ville have været i stand til at sætte tidsskel i naturvidenskaben på et hvilket som helst trin af udviklingen, tør det dog siges at være et stort og lykkeligt sammentræf, at hans virke faldt i en periode, hvor opdagelser blev gjort, som rummede vanskeligheder og paradokser, der var af tilstrækkelig subtil natur til at udæske hans dialektiske evner i deres fulde styrke, og hvis løsning gav plads for en horisontudvidelse i erkendelsesteoretisk henseende, som var i pagt med hans egne inderste følelser.

Det er tvivlsomt, om det populære billede af en stor videnskabsmand som et upraktisk, distræt og verdensfjernt barn i alle forhold, der ikke

angår hans videnskab, kan støtte sig til ret mange eksempler blandt naturvidenskabens pionerer. I intet tilfælde kan billedet imidlertid være mere misvisende, end når talen er om Niels Bohr. Han var i sandhed gjort i ét, skåret af ét stykke træ. Kun ved at påskønne, hvorledes Bohrs geni gennemstrømmede hans væsen i dets fineste forgreninger, kan man danne sig det rette billede af hans personligheds charme og trylleri, hans væsens sødme og kraft. Den enkelhed, der prægede al hans færd, hans uskyld, der samtidig var så langt fra naivitet, er det direkte menneskelige modstykke til den dybe simplicitet, der er så karakteristisk for hans hele videnskabelige værk. Den samme sikre intuition, hvormed han øjeblikkeligt kunne gribe det centrale i et fysisk problem eller fange den logiske pointe i et kompliceret argument, satte ham i stand til at se ind bag den ydre facon hos de mennesker, som han traf på. Bohr, der selv i sit væsen var uden al forstillelse, lod sig aldrig narre af andres forsøg i den retning. Han kunne gøre bemærkninger vidnende om et indtrængende klarsyn, når talen faldt på folk, han havde mødt. Opportunisme og ambition frastødte ham dybt, men stod mindre for ham som uheldige, individuelle karaktertræk end som egenskaber, der i beklagelig grad var en naturlig konsekvens af opdragelse og samfundsstruktur, og som derfor snarere end forargelse kaldte på forståelse og selvransagelse. Hans lyssyn ledte ham imidlertid altid til at søge det positive i ethvert menneske, og denne i hans karakter så dybt rodfæstede velvilje, der stod i nær forbindelse med det udadvendte i hans væsen, kom til overbevisende udtryk i den lethed, hvormed han knyttede kontakt med mennesker.

Bohr, der i så rigt mål skænkede de mennesker, med hvem han kom i berøring, sin sympati og medfølelse, behøvede også deres. Han følte stærkt, at ethvert samarbejde måtte bæres oppe af en fælles begejstring, og kun i en tilstand af fuldstændig harmoni kunne han finde den rette inspiration. Derfor kunne han blive usikker og nedslået, hvis han under det fælles arbejde mærkede en svigten i medarbejderens entusiasme. Sommetider, under udarbejdelsen af et vanskeligt punkt i en afhandling, hvor det ikke var lykkedes at nå til enighed om den endelige formulering, og hvor man derfor for at komme videre havde accepteret hans forslag uden at bifalde det i sit hjerte, kunne han standse sin vandring omkring bordet, se indtrængende på én og sige: »Nu må De ikke være *ked* af det. De må ikke tro, at jeg er blevet helt idiot, men . . .«. Og derefter ville han gennemgå det omstridte argument fra alle sider, udrede trådene og forklare de fint modulerede nuancer,

indtil han mærkede, at han fandt gehør hos sin unge elev. Når vi da siden gennemlæste det skrevne, lyste hans ansigt op i et stort smil, hver gang vi nåede til de pågældende passager, og han følte, at man bifaldt dem for alvor. »Der kan De se,« ville han så sige, »jeg vidste, at De ville blive glad for det«. Der er ingen tvivl om, at Bohrs afgørende styrke i en diskussion, også når det gjaldt praktiske anliggender, langt fra beroede på imponant autoritet, men på en enestående evne til formulering af argumenter til støtte for sine synspunkter.

En anledning til humoristisk argumentation med en baggrund af alvor fandtes i de mange afbrydelser i Bohrs arbejde som følge af hans officielle forpligtelser. Alle, der arbejdede med Bohr, har naturligvis følt det som en pligt at søge at holde forstyrrelserne nede på et minimum, og Bohr viste sig ofte taknemmelig derfor. Tit var det dog vanskeligt for ham at undslå sig for at give et foredrag her eller skrive et bidrag der, og når man mildt bebrejdende mindede ham om, at han havde lovet bestemt at sige nej, sukkede han: »Ak ja, det er let nok for Dem, men De aner ikke, hvor svært det er for mig«. Hurtigt fangedes imidlertid hans fantasi af udfordringen i den nye opgave: »Måske kan vi sige alting på en ny og frisk måde, meget bedre end vi før har gjort det«. Virkelig er da også flere af disse lejlighedsarbejder små mesterværker i deres faste sluttede form.

Det var dog naturligvis uundgåeligt, at sådanne sidespring røvede Bohr tid og kræfter, der ellers kunne være anvendt til hans egentlige videnskabelige arbejde, især til en sådan samlet fremstilling af kvantemekanikkens principper, som han i så mange år havde planer om at udføre, og som alverdens fysikere håbede på at se fra hans hånd, men som aldrig nåede videre end til løse skitser af enkelte punkter. Bohr ejede ikke den overfladiskhedens og selvtilfredshedens nådegave, som er den nødvendige forudsætning for så megen officiel veltalenhed og retorik. Oftere og oftere var det jo den nedslående erfaring, at hans foredrag blev givet for et publikum, der havde mere øje for verdensberømteden Niels Bohr, den højt hædrede, en af denne verdens store, end øre for hvad han havde at sige. Bohr følte det naturligvis selv, og han deltog hjerteligt, når man spøjte med forholdet, men i praksis anerkendte han ikke denne tingenes tilstand. Han udarbejdede sine foredrag med den pinligste akkuratess, som var de rettet til et publikum af kendere, og han var lykkelig, hvis en logisk pointe blev »drejet« lidt bedre og klarere, end det før havde været tilfældet.

Alligevel måtte disse foredrag for den uindviede, der ikke opdagede de

subtile nuancer, få et meget ensartet præg: Fra Plancks opdagelse af virkningskvantet til komplementaritetsbegrebets anvendelse på områder uden for fysikkens gebet. Det kunne ikke undgås, at komplementaritet fik karakter af et festtalerord vel egnet til at lyde ved mondæne lejligheder fra en blomstersmykket tribune. Denne misforståelse modvirkede påskønnelsen af den dybe alvor i Bohrs indstilling: »Folk forstår ikke, at komplementaritet er en *hård* ting«, kunne han sige med et karakteristisk udtryk, der hentydede til den logiske fasthed i argumenterne. Misforståelser anfægter vel ikke videnskabelige sandheder på længere sigt, men de kunne ofte nok stille sig i vejen for en virkelig forståelse af Bohrs ideer og synspunkter og den styrke, hvormed han holdt dem fast.

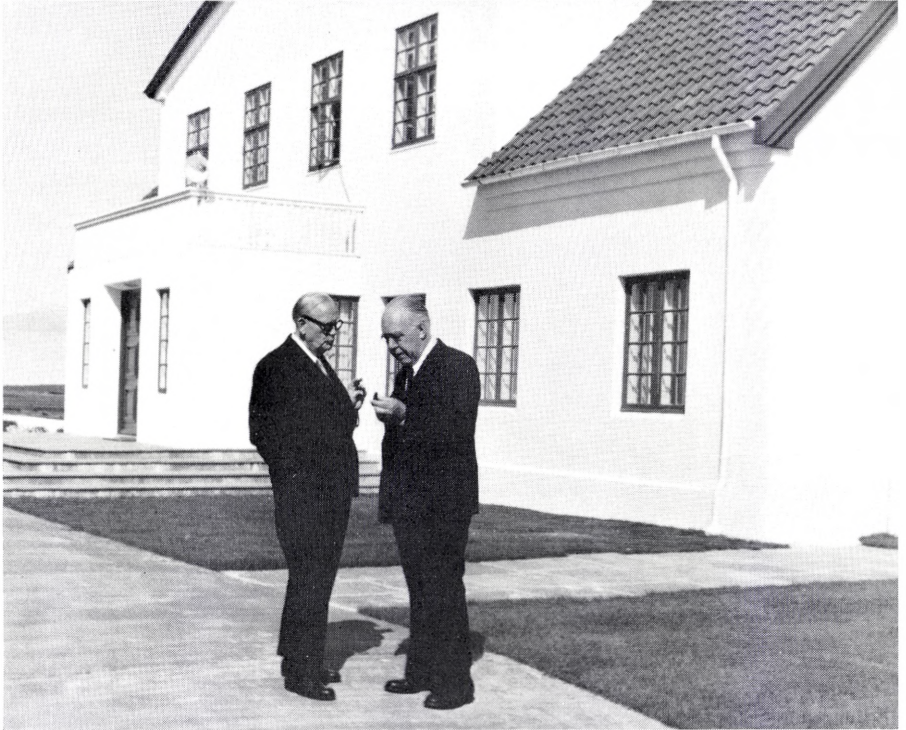
Et grundlæggende træk i Niels Bohrs karakter var hans ukuelige lyst til at lære. Hans bedømmelse af egne såvel som af andres bidrag til den fysiske forskning samlede sig altid om det spørgsmål: Hvad har vi lært? Denne indstilling afspejledes også i hans karakteristiske af eksperimenter som »spørgsmål til naturen« og anes som den menneskelige stimulus bag hans fremhæven af den logisk afgørende pointe, at man »for at kunne meddele andre, hvad man har gjort, og hvad man har lært«, er henvist til at beskrive forsøgsopstillingen og de gjorte observationer i begreber alene defineret ved hjælp af den klassiske fysik. Denne lærelyst, der vel i grunden blot er den højest udviklede form for menneskelig nysgerrighed, beholdt Bohr til det sidste, og han hilste i kraft af den ethvert nyt fremskridt på naturvidenskabernes område med den livligste interesse. Et vidnesbyrd om hans usvækkede evne til at gribe og frugtbar gøre nye synspunkter har vi i hans sidste, ufuldendte afhandling »Light and Life Revisited«, hvor han tager sine gamle ideer, som de er fremstillet i foredraget »Lys og Liv« fra 1932, op til ny drøftelse og revision under indtryk af de sidste års afgørende gennembrud i den molekylære biologi. Under arbejdet hermed i forsommeren 1962 søgte Bohr råd hos kolleger inden for biologi og biokemi, fremførte for dem med indlevelse og begejstring sine nye ideer og lyttede kritisk til deres indvendinger og kommentarer, som vi siden gennemgik med mageløs omhu på den store tavle i hans arbejdsværelse. Da samme forår ved en bestemt lejlighed nogle problemer i forbindelse med målinger af elementarpartiklers spin blev bragt op, problemer der ikke var uden relation til Bohrs egne klassiske analyser af måleprocesser under diskussionerne med Einstein, tog han anledning til en ny omhyggelig gennemgang af disse spørgsmål, »for måske har vi slet ikke gjort det ordentligt«. Undervejs fandt han til sin fornøjelse nye illustrerende



Niels og Margrethe Bohr ved trappen der fører ned til æresboligens store have



Ved sommerhuset i Tisvilde



Fra rejser i Norden. På det øverste billede ægteparret Bohr med sønnen Hans og den norske digter Falkberget. Nedenunder Niels Bohr under et besøg hos Islands præsident Svein Björnsson på Bessastaðir uden for Reykjavík

pointer, der belyste hans udtalelse, at »kvantemekanikken handler kun om én ting: Hvad kan vi gøre med vore instrumenter?«, og hans karakteristiske sidebemærkninger kastede for hans tilhørere nyt lys over det subtile dialektiske spil mellem de forskellige målemuligheder, i hvilket Bohr fandt en så dyb tilfredsstillelse, og i udredningen af hvilket han forblev den uefterligelige mester.

Bohrs lærelyst indskrænkede sig dog ikke til naturvidenskabernes domæne, men omfattede menneskelig udfoldelse på alle kundskabsområder. Hans nysgerrighed kunne vækkes af en teknisk opfindelse såvel som af en ny hypotese om forfættelsen af Shakespeares tragedier. Man kunne i lige grad fange hans interesse med en detalje fra historien – ikke mindst hvis den angik forslagene og gehejme intriger – og med et problem vedrørende moderne kunst. Om morgenen efter et møde i Videnskabernes Selskab eller efter en aften med selskabelige forpligtelser kunne han hilse én med ordene: »Jeg havde en interessant aften i aftes. Han er sandelig utrolig begavet, denne N. N. Har De lyst til at høre, hvad han fortalte?« Og så ville han delagtiggøre én i det nye, han havde lært, fremhæve hundrede detaljer og analogitilfælde, som hans vidunderlige, aldrig svækkede hukommelse forsynede ham med, og undervejs med et smil anbringe små skeptiske spørgsmålstegn eller henvise til videre problemer, som den vundne nye viden rejste. Efter en sådan gennemgang var hr. N. N. for bestandigt associeret med det omtalte spørgsmål og ville i fremtiden kun blive refereret til som »vores ven med svenskekrigene, De ved nok«, eller hvad det nu kunne være, at samtalen havde drejet sig om. Med denne uudslukkelige interesse for alle former for menneskelig viden og kunnen måtte ethvert møde med en fremmedartet kultur eller samfundsorden blive Bohr en kilde til ny inspiration og – med hans egne ord – en anledning til eftertanke med hensyn til egne fordomme, og man forstår, at samarbejdet nationerne imellem for ham måtte tegne sig som en selvfølgelig konsekvens af deres forskellighed og den grad, hvori de således kunne lære af hinanden.

Det er kun en naturlig følge af Bohrs egen lærelyst, at han havde ypperlige gaver som pædagog, omend denne evne havde samme ukonventionelle præg som hele hans øvrige begavelse, med hvilken den stod i så nøje forbindelse. I grunden var foredragets form med den i tiden fremadskridende systematiske udfoldelse af en tankerække hans egen arbejdsmetode så fremmed. Bohrs al mangfoldighed i ét moment beherskende evne kunne virkelig med digterens ord ligne et vævestykke af kunstfærdigste art, hvor en enkelt

bevægelse af skyttelen med ét slag knytter tusinde forbindelser. En intelligens, der arbejder på denne måde, kan have det lidt svært med det sædvanlige sprog, som kun ejer en enkelt dimension. I musikken ville Bohr i kontrapunktet, med dets simultane sammenklingen af hinanden komplementerende tonetanker, have fundet sit rette udtryksmiddel.

Siden man tænker i ord, kan man næppe med berettigelse hævde tanken selv og dens sproglige formulering som to forskellige fænomener, og Bohr udtrykte sig da også med stor lethed og ofte med malerisk kraft i uformelle samtaler. I den skriftlige form hæmmedes han derimod, som han sagde, af det komplementære forhold mellem det slående udtryks ensidighed og sandhedens mange forbehold og nuancer. Han følte vanskeligheden ved i ét åndedrag at meddele tanken selv og dens begrænsning. Han vendte ofte tilbage til det punkt: »Når jeg sidder alene og ser på sådan en side, bliver jeg helt slået af forundring over det, at man overhovedet har et sådant ord som »spillerum« eller »usikkerhed« og kan slet ingen vegne komme«. Her anede man, hvorledes Bohr kunne føle Poul Møllers licentiat som en fjern, kær, parodisk slægtning, berøvet hans egen midtpunkt-samlende kraft og viljestyrke, der sejrrikt triumferende over træthed og distraktioner, formåede at koncentrere alle sjælens reserver om det ene: at arbejde og forstå.

Blandt de krav, som Bohr stillede til en afhandling, var den tilsyneladende kuriøse, at alle afsnit burde være lige lange, og vi brugte megen tid på at ændre opdelinger, flytte sætninger og ombytte ord for at nærme os dette ideal. Det hændte da, at jeg sagde: »Men det er jo ikke vers, vi skriver!« »Ja,« kunne Bohr så svare, »måske er det, vi gør, dog kun overfladisk forskelligt fra at skrive vers«. Jeg: »De husker nok, at Georg Brandes formanede Ibsen om, at det, man overhovedet *kan* udtrykke i prosa, skal man ikke forsøge at sætte på vers«. Bohr: »Georg Brandes var en *umådelig* klog mand. Jeg vil slet ikke prøve at gøre mig halvt så klog som han. Jeg husker . . .« Herfra kunne en vidtløftig diskussion om Georg Brandes udvikle sig, som ville vare ved, indtil Bohr dæmmede op for samtalen med et: »Hvor var vi? Jo, – De må ikke tro, at jeg er blevet i *den* grad tosset, at jeg mener, at det gør nogen virkelig forskel, om ét afsnit er lidt kortere eller længere end et andet. Hvad det kommer an på er at finde et eller andet punkt, som man kan tage som en udfordring til at spørge: *Kunne* det hele ikke siges bedre? Versformens betydning ligger i de vanskeligheder, den frembyder, og som tvinger digteren til den yderste omhu i formuleringen.«

Naturligvis lod Bohr det ikke blive ved en så almen betragtning, men gik

videre og analyserede digte af Bjørnson, Goethe eller Wildenvey til bevis for sin påstand: »Er De ikke enig? Det ville han aldrig have fundet på at sige så slående, hvis han ikke havde skullet lede efter et rim på »Tor« og samtidig passe på fødderne«. Timerne fløj under en sådan leende samtale, der ikke afbrødes før Bohr forskrækket så på sit ur og udrød: »Ih dog, er klokken så mange? Vi må videre. Kan De holde ud lidt endnu? Altså, hvor var vi? Ville De være ked af at læse forfra på kapitlet én gang til; måske vi dog kunne gøre det lidt bedre . . .«.

Fuld udfoldelse som lærer fandt Bohr kun i en snæver kreds og allerbedst på tomandshånd. Han holdt af at fortælle, og hans tålmodighed var lige så udtømmelig, når han forklarede, som når han selv analyserede et problem. Jeg har bestandigt følt det som et stort privilegium, at aldersforskellen mellem os var så stor, at han kunne tage min uvidenhed om næsten alting for givet og således se det som sin opgave at råde bod på denne beklagelige tingenes tilstand. Som den sande opdrager havde han en indflydelse på sine elever, der var universel, men tillige vanskelig at definere. Selv inden for fysikken var det vel næppe de konkrete problemer og deres løsning, der for ham var den egentlige pointe; det var knap noget, der kan kaldes en metode. Snarere var det en måde at se, at nærme sig fænomenerne på. Bohr havde jo den indviedes blik for sammenhænge i naturen. Han så en enhed, hvor andre kun øjnede et virvar af kendsgerninger, og han var aldrig stoltere og gladere, end når han kunne udpege en detalje i det fine spil mellem nødvendighed og realitet. Han opfattede universet som entydigt i den forstand, at ingen detalje kunne ændres uden at spolere den hele følgestrenges sammenhæng. »Hvis det forholder sig sådan, er det også en nødvendighed«, var en bemærkning, som han ofte kunne gøre i en diskussion, og han helmede da ikke, før nødvendigheden var fuldstændig klarlagt.

Således husker jeg engang, hvor vi talte om »Einsteins kasse«, i forbindelse med hvilken Bohr i hint historiske Solvaymøde så overbevisende inddrog argumenter fra den almene relativitetsteori for at demonstrere, at det reciprokke spillerum mellem energibestemmelse og tidskoordinering netop var givet ved ubestemthedsrelationerne. Med en hentydning til den begrænsede eksperimentelle verifikation af den almene relativitetsteori sagde jeg for spøg: »Nå, det er jo heldigt. Kvantemekanikken og relativitetsteorien stiver hinanden af, så at den almene relativitetsteori er nødvendig for kvantemekanikkens modsigelsesfrihed.« »Nej, det er noget snak«, sagde Bohr, »men hvis den almene relativitetsteori er rigtig, så er den også nødvendig.«

Af denne indstilling udsprang også hans affærdigelse af alle spekulationer over, hvorledes verden *ville* have set ud, *hvis* lysets hastighed havde været meget mindre end den er, virkningskvantet meget større, og så videre. Sådanne fantasier rummede efter Bohrs mening en fundamental misforståelse i behandlingen af naturkonstanterne som frie parametre, der kan varieres uafhængigt efter behag, eftersom de dog tværtimod må antages forbundet med hinanden gennem kravet om beskrivelsens indre logiske fuldstændighed. I sådanne forbindelser kunne Bohr udtale sig højst åbenhjertigt og kritisk, men aldrig uden at han med et afvæbnende smil indrømmede muligheden af, at han selv indtog stillingen som »overdilettant«. Han var ganske opmærksom på den fare, der truede den meget brede og generelle tilnærmelse til fysiske problemer, hvis den ikke støttedes af en tilbundsående undersøgelse af alle detaljer. Undren og indsigt indgik i ham en inderlig og frugtbar forbindelse. En vanskelighed var for ham så at sige blot ydersiden af en ny erkendelse, og en tilsyneladende uhjælpelig modstrid et skridt på vejen mod en videre og mere omfattende orden og harmoni.

Dybt lærerig var ikke mindst den sikkerhed og fasthed med hvilken Bohr uddrog de yderste konsekvenser af sine synspunkter. I forbindelse med diskussionerne om betydningen af sproget for entydig meddelelse, fremhævede Bohr med stor styrke, at også begreber som »liv« eller »bevidsthed« var praktisk definerede ord. Hvad ord som »bevidsthed« eller »sjæleliv« angår, sagde han, er de uundgæelige ved redegørelsen for systemer, hvis opførsel er så kompliceret, at dens beskrivelse i det fælles sprog må indeholde en henvisning til den pågældende organismes »selv-erkendelse«. Min spøgende indvending, at man med den definition kunne tilskrive en bevidsthed til de højt udviklede elektroniske regnemaskiner, forskrækkede ham ikke. »Det er ikke et spørgsmål om, hvad man kan, men om hvad der er *nødvendigt*,« svarede han. »Jeg er da *fuldstændig* forberedt på at tale om en elektronregnemaskines sjæleliv, sige at den overvejer eller at den er i dårligt humør. Hvad det kommer an på, er den éntydige beskrivelse af dens opførsel, som er det, vi iagttager. Spørgsmålet, om maskinen nu også *virkelig* føler, eller det blot tager sig sådan ud, er akkurat lige så meningsløst som det, om lys mon »i virkeligheden« er bølger eller partikler. Vi må aldrig glemme, at »virkeligheden« også er et menneskeligt ord ligesom »bølge« eller »bevidsthed«. Vor opgave er at lære at bruge disse ord rigtigt.«

Videnskaben var imidlertid kun et enkelt blandt de mange områder,

på hvilke Bohr følte et ansvar for sine elevs udvikling. Hans interesse og vejledning strakte sig fra dagliglivets mindste hændelser til den aktuelle situation på den storpolitiske scene. Sin ro i bedømmelsen af verdensbegivenhederne søgte Bohr ikke i en blot tilskuers køligt objektive holdning. Han brændte oftest for eller imod og havde megen spot og kritik tilovers for snæversyn og fordomsfuldhed, men med sin dybt realistiske indstilling til alle tilværelsens områder var det ham ikke muligt at forbavses eller bringes ud af fatning af tidens ideologiske og nationale stridigheder. Det betød dog ikke, at han accepterede internationale konflikter og indbyrdes mistro mellem landene som et uundgåeligt onde. Et samliv mellem nationerne i gensidig tillid var for Bohr ikke en idealistisk drøm, men en simpel realistisk nødvendighed i en tid, hvor ødelæggelsesmidlerne er blevet udviklet i en sådan grad, at de formår at true hele menneskeslægtens beståen på vor klode. De mange og nære venskabsbånd, der knyttede ham til lande over hele verden, støttede ham i hans syn på menneskeheden som én familie til trods for alle forskelle i traditioner og baggrund. Det var hans overbevisning, at den vanskelige og farefulde situation, som vi i disse år gennemlever, i sig rummede hidtil uhørte muligheder for realiseringen af et fremtidens samfund, som ville give plads for en dybere almindelig forståelse af de komplementære træk i forholdet mellem individet og den sociale ramme. »Tiden er kommet,« sagde han ofte, »hvor man ikke længere kan leve *alene* på selvros«. Og ofte føjede han til, at en så stor omvæltning kun kunne vokse ud af en virkelig krise. – Bohrs tale var aldrig mere indtrængende, end når han kom ind på disse emner, og om morgenen efter et samvær med en statsmand eller en officiel udsending ville han med sin hele vidunderlige optimisme konstatere: »Jeg talte med X i aftes og fortalte ham, hvordan vi ser på det hele. Jeg tror virkelig, at det gjorde indtryk på ham.«

Det bedste af alt var dog, når samtalen drejede ind på de såkaldte »evige spørgsmål«, og det er ikke mindst i synet på og følelsen for disse og deres uadskillelighed fra den hele naturanskuelse, at Bohrs indflydelse som opdrager blev af så dybt indgribende betydning for hans elever. Sådanne emner kunne især blive taget op til debat i en lidt træt lørdag eftermiddagstime, hvor arbejdet var lagt til hvile for den uge, eller – først og fremmest – om aftenen i det lille havehus i Tisvilde efter en lang dags anstrengelser, og disse samtaler, som man stadigt i sine tanker tager op og fører videre, bibragte et overvældende og uforglemmeligt indtryk af enheden og den harmoniske

sammenhæng i Bohrs holdning til og opfattelse af tilværelsens mangfoldighed. Den samme urokkelige, logisk-empiriske indstilling, der havde ledt ham til gennemførelsen af en af de største omvæltninger i naturbeskrivelsens historie, beherskede hans syn på almene spørgsmål inden for alle livets områder. Det var karakteristisk for Bohr, at denne fastholden af et enkelt, samlende grundsynspunkt ikke ledte til gold skematiseren, men at det netop var muligheden for at finde plads til de mest forskelligartede menneskelige erfaringer inden for den komplementære beskrivelses rammer, der, foruden at understrege denne beskrivelses relevans og frugtbarhed, viste ham vej til opnåelsen af balance og harmoni i tilværelsen. På denne baggrund er det naturligt klart, at Bohr personligt måtte stå religiøsitet, ortodoksi og mysticisme i enhver fremtrædelsesform meget fjernt, og at hans interesse for disse fænomener alene måtte være rettet imod udforskningen af deres psykologiske og sociale forudsætninger. Netop for ham, der ingen grænser anerkendte for rækkevidden af rationel undersøgelse, måtte det være tilfredsstillende at kunne indordne også sådanne elementært-menneskelige forestillinger og psykiske foreteelser under det almindelige synspunkt. Som altid talte Bohr med den mest inspirerende blanding af indtrængende alvor og overgiven spøg, og ofte afsluttede han en diskussion om sådanne emner med leende og i triumf at citere Goethe:

Natur und Geist – so spricht man nicht zu Christen.
Deshalb verbrennt man Atheisten,
Weil solche Reden höchst gefährlich sind.
Natur ist Sünde, Geist ist Teufel;
Sie hegen zwischen sich den Zweifel,
Ihr missgestaltet Zwitterkind.

Med en lignende kritisk indstilling anskuede Bohr den klassiske erkendelsesfilosofiske tradition. Han plejede at sige, at siden den fjerne tid, da mennesker var begyndt at bruge ord som »her« og »der« og »før« og »nu«, var der intet fremskridt sket i epistemologisk henseende før med Einsteins relativitetsteori. Derimod havde de i tiden evigt tilbagevendende problemer af rent menneskelig art hans dybeste bevågenhed, der ledte ham til fortolkninger af fortidens og nutidens mesterværker på digtekunstens område, som ofte var af slående kraft og oprindelighed. Ved tanken på sådanne stunder blander erindringens glæde sig på forvirrende måde med vemod og længsel, og det er ikke let at finde de rette ord til at tale om disse erindringer.

Vore aftenlige diskussioner kunne fra et vist punkt antage karakter af »stalende vekselsange« eller »skøn samtale« for at bruge de ord, hvormed Thomas Mann i fortællingen om Josef og hans brødre beskriver hyrdernes natlige samtaler omkring bålet: »Husker du?« ville den ældre spørge. »Jeg husker det ganske nøje«, ville den yngre svare, og så ville den ældre fortælle historien på ny til fælles glæde, mens den yngre indskød en detalje her og der. Et stadigt tilbagevendende motiv i disse aftenlige vekselsange var fænomenet Goethe, hvis personlighed optog os begge, og som vel er den eneste, med hvem Bohr har delt sit seerblik, dette på én gang sondrende og samlende blik for naturen i alle dens manifestationer.

Med Goethe som fortætningspunkt kunne en samtale i løbet af en aften vandre fra krystalstrukturer og linser (»Har De nogensinde tænkt over, hvorfor en linse overhovedet virker?«) gennem botanikken (hvorfor træernes blade gulner om efteråret) og zoologien (laksens vandringer) til litteraturens verden. Bohr var med sin stemmes indtrængende bevægelighed og sit ansigts udtryksfuldhed en storartet oplæser, hvad enten han valgte at gengive afsnit af de islandske sagaer (jeg hører endnu, hvorledes han dvælede ved ordene »fager er lien«), en historie af Wodehouse (om manden, der holdt op med at ryge) eller – ikke mindst til glæde for børnebørnene – Holbergs »Det arabiske Pulver«. Det kunne også hændes, at han inspireret af en pludselig association citerede strofe efter strofe af digte og ballader, som han ikke havde læst i mange år. Således husker jeg især hans foredrag af »Der Sönger« med den inciterende optakt: »Was hör' ich draussen vor dem Tor, was auf der Brücke schallen?« Dette digt, som Bohr gengav i sin helhed næsten uden vaklen, havde han efter sin egen angivelse ikke læst siden sin ungdom. Han huskede det først og fremmest, fordi hans far i sin tid havde sat det så højt. – Alt, hvad Bohr kom i berøring med, blev præget af hans sinds dybe oprindelig, og således går det til, at disse værker, betydelige eller ubetydelige, i vers eller på prosa, for altid i vor erindring vil beholde klangen af hans stemme.

Disse fredelige aftenlige samvær i den lille pavillon, når skovene omkring huset allerede var blevet mørke, står som et tilflugtssted i erindringen. Den fuldstændige tillid og åbenhed, hvormed Bohr kom én i møde, indbød til en fortrolighed, som han tog imod med hele sit væsens varme. Han ejede rige gaver til at yde opmuntring og trøst, og det er karakteristisk for ham, at det netop var den evne, som han fandt typisk hos fortidens store vismænd, af hvilke han især fremhævede Laotse og Buddha. Der var en lille

fortælling om Buddha, som Bohr vistnok holdt særlig meget af for dens enkle menneskelige visdoms skyld, og som han ofte fortalte. Historien handler om, hvordan Buddha engang blev opsøgt af en sørgende kvinde, der havde mistet sit barn og slet ikke syntes, at hun kunne komme over det. Buddha svarede, at han måske kunne hjælpe hende, men kun på den betingelse, at hun bragte ham et sennepsfrø dyrket af et menneske, der aldrig havde lært sorgen at kende. Historien beretter videre, hvorledes kvinden efter lang tids forgæves søgen, der bragte hende i forbindelse med mange, mange mennesker, vendte tilbage til Buddha og fortalte ham, at hun havde forstået hans mening og fundet fred i hjertet.

Denne evne til at trøste mennesker sporede Bohr tilbage til indsigten i livets vilkår. Han fortalte, hvorledes de gamle indiske tænkere havde fremhævet det frugtesløse i at forlange svar på spørgsmålet om tilværelsens mening. »De forstod«, sagde han, »at enhver brug af ordet »mening« indebærer en sammenligning, og med hvad kan vi sammenligne hele tilværelsen?«. På denne baggrund kunne han med et smil imødegå påstanden om tilværelsens absurditet og meningsløshed: »Det eneste sikre er, at et udsagn som 'tilværelsen er meningsløs' er blottet for *enhver* mening.« Sommetider talte Bohr også om fremtiden, og om hvordan man skulle gribe dette eller hint an, når han engang ikke mere var der til at give støtte og råd. Men hvorledes skulle det være muligt dér midt i trygheden ved hans nærværelse at forestille sig, at man ikke altid ville kunne sætte sig hen til ham og sige: Der er noget, jeg så gerne vil snakke om.

Ved mit sidste besøg i Tisvilde, kort før jeg rejste til USA i slutningen af august 1962, var Bohr i god bedring efter sit sygdomsanfald i Tyskland tidligere på sommeren. Kræfterne var ved at vende tilbage, og med dem den gamle munterhed og optimisme. Da jeg skulle gå, fulgte han mig på vej ned mod busstoppestedet, og vi talte om planerne for arbejdet, når vi i efteråret 1963 igen ville være sammen, og om alt hvad han selv i mellemtiden ville have udrettet. – Jeg tror, at alle, der har kendt Bohr længere og bedre end jeg kom til det, vil genkende den rådvilde følelse af, at verden er blevet mere øde, som bemægtigede sig en ved meddelelsen om, at naturen for altid havde mistet sin mest hengivne, opmærksomme og indtrængende fortolker.

I vor erindring står Niels Bohr som et billede på kraft. Hans sind ejede ressourcer, som aldrig udtømtes, og hans væsen besad en livsglans, der for-

gyldte hans personlighed med skæret af evig ungdom. Ingen, med hvem han kom i nærmere berøring, var de samme, når de gik fra ham, som da de kom. Når jeg ser tilbage over de alt for få år, i hvilke jeg kom til at arbejde med Niels Bohr, forekommer de mig helt opfyldt af lys og glæde. Hans lattermildhed var stærk og smittende og havde et præg af uskyld, som gjorde én let om hjertet. – Forvisningen om, at Bohrs værk til alle tider vil være et levende element i menneskelig tænkning, formår ikke at mildne adskillelsens smerte. Billedet af hans personlighed har nu i vor længsel sit rette hjem og følger os således gennem livet som en hjemve efter et tabt, fortryllet land. Det sker ofte, at vi drømmende hører lyden af kendte, tøvende skridt, ser en tung, bøjet skikkelse nærme sig gennem fjerne landskaber, og hjertet løber fuldt af glæde, forventning og fred. – Hans latter klinger videre i vore tanker og forener sig med erindringen om hans sinds enkle alvor til en kilde for kraft. Hans smil vil leve videre i os som en trøstende hilsen fra ham, som vi aldrig vil ophøre at savne.

Niels Bohrs indsats i fysikken

Af Christian Møller og Mogens Pihl

Niels Bohrs første videnskabelige arbejde er, som nævnt andet steds i bogen, den besvarelse af en prisopgave, stillet af Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, for hvilken han i 1907 fik guldmedaljen, og som ligger til grund for hans første offentliggjorte afhandling i *Philosophical Transactions of the Royal Society* i 1909, der blev efterfulgt af en anden afhandling fra samme emnekreds i *Proceedings of the Royal Society* 1910.

Det drejer sig i disse afhandlinger om omhyggeligt og sindrigt gennemførte eksperimentelle undersøgelser over *svingninger af væskestråler* betinget af overfladespændingen, ledsaget af en udvidelse af en herom og om væskedråbers svingninger fremsat teori af Rayleigh. Mange år senere vendte Bohr tilbage til denne problemkreds, nemlig da han i årene kort før den sidste verdenskrig udviklede en teori for visse processer i atomkernerne, der bygger på en sammenligning af disse kerner med væskedråber, der er bragt i svingninger under særlige forhold, hvilket vi senere vil gå lidt nærmere ind på.

Alle Bohrs øvrige afhandlinger er af teoretisk karakter, men han bevarede stedse en stærk interesse for den eksperimentelle forskning, til hvis gennemførelse han ofte var i stand til at give gode råd. Hans store forståelse herfor blev af væsentlig betydning for mange af de eksperimentelle arbejder, der udgik fra det af ham oprettede *Institut for Teoretisk Fysik*, hvor brugen af ordet »Teoretisk« sigter på, at der her skulle foregå en grundforskning, og ikke på en eksklusiv brug af teoretiske eller matematisk-fysiske metoder.

Det næste arbejde er doktordisputatsen fra 1911 om *metallernes elektronteori*. Dette meget betydningsfulde værk står nu for os som slutstenen på den af Drude, J. J. Thomson og Lorentz indledte udvikling. Formålet var at forklare metallernes egenskaber – særligt deres evne til at lede varme og elektricitet – på den klassiske mekaniks og elektrodynamiks grundlag udfra forestillingen om forholdsvis frit bevægelige elektroners tilstedeværelse i disse stoffer. I dette arbejde viser Bohr både bærekraften

af de klassiske teorier anvendt på denne problemstilling og den begrænsning, disse teorier her møder. Men det antydes endnu ikke hvilke fundamentalt nye synspunkter, der er nødvendige.

I 1913 fandt så det store gennembrud sted, der indledte en ny epoke i fysikkens historie. I dette år offentliggjorde Bohr seks afhandlinger, i hvilke et væld af gamle og nye fænomener pludselig bragtes i forbindelse med hinanden og anskuedes ud fra en dybere sammenhæng. En sammenhæng, der ganske vist afslørede en vidtgående begrænsning i rækkevidden af den klassiske fysiks forestillinger og teorier, men som dog samtidig indeholder en klar forståelse af, at den klassiske fysik bevarer sin gyldighed inden for det erfaringsområde, hvoraf den er opstået. Interessen for samspillet mellem de klassiske teorier, der er en rationalisering af dagliglivets fysiske erfaringer, og de til forståelsen af visse atomfysiske erfaringer nødvendige, helt nye træk var, som vi skal se, et af hovedmotiverne i Bohrs forskning.

I det første arbejde fra dette begivenhedsrige år bygger Bohr endnu helt på den klassiske mekanik. Rutherford, hos hvem han havde studeret i nogle inspirerende måneder i Manchester, havde jo i 1911 opstillet sin atommodel. Ifølge denne består hvert grundstofatom af en positivt ladet kerne, hvori praktisk talt hele atomets masse er samlet, og omkring hvilken befinder sig et for grundstoffet karakteristisk antal negativt ladede partikler, elektroner, således at atomet er neutralt udadtil. På grundlag af denne model undersøger Bohr nu, hvorledes bevægede, elektrisk ladede partikler bremses ved gennemgang gennem stof. Der foreligger – ved vi nu – netop her et særtilfælde, hvor den klassiske mekaniks love er gyldige med rimelig tilnærmelse. Det var ud fra eksperimentelle undersøgelser af sådanne partiklers passage gennem tynde metalhinder, at Rutherford var nået frem til sin atommodel, idet han opdagede, at de positivt ladede alfa-partikler sommetider afbøjes stærkt – ja, en sjælden gang endog kastes tilbage i en retning næsten modsat af indfaldsretningen – hvilket kun kan forklares ved, at der i metalhinden findes relativt meget tunge, positive ladninger, nemlig atomkernerne, der frastøder alfa-partiklerne, når de kommer i nærheden af dem. Bohr undersøgte nu teoretisk, hvad der sker med sådanne elektrisk ladede partikler, når de passerer gennem tykkere lag af stof.

Dette problem om *ladede partiklers passage gennem stof* tog han op ved flere, senere lejligheder, og så sent som i 1948 offentliggjorde han en sammenfattende afhandling om dette emne i Det Kgl. Danske Videnska-

bernes Selskabs Meddelelser, der blev så efterspurgt, at det har været nødvendigt at trykke den i stadig nye oplag.

Det var dog de tre hovedafhandlinger om *atomernes og molekylernes struktur* fra 1913, som markerede det egentlige gennembrud, der så i tiden indtil omkring midten af tyverne – hvor det næste gennembrud fandt sted – efterfulgtes af en rig udvikling både med hensyn til den mere detaljerede og forfinede udformning af de af Bohr opstillede principielle metoder til at angribe atomfysikkens problemer på, og hvad angår disse metoders anvendelse til forklaring af et væld af erfaringer om stoffernes fysiske og kemiske egenskaber. Med den plads, der her står til rådighed, er det selvfølgelig ikke muligt at gå i enkeltheder, men vi skal forsøge at give et indtryk af grundtankerne i Bohrs atomteori og nogle af de vigtigste resultater, han nåede frem til. Dernæst vil vi omtale hans ligeledes overmåde betydningsfulde bidrag til afklaringen af den erkendelsesteoretiske situation, der begyndte at aftegne sig for fysikerne efter det næste gennembrud omkring midten af tyverne, og som han selv længe havde forudset og været optaget af. Endelig vil vi antyde hans bidrag til forståelsen af visse processer, der foregår inde i tunge atomkerner, hvor hans indsats blev af afgørende betydning for indledningen af den udvikling, der førte til kerneenergiens frigørelse.

Udgangspunktet for Bohrs atomteori er erkendelsen af, at Rutherfords atommodel sammenholdt med den klassiske fysik ikke kan forklare den *stabilitet*, vi alle fra dagliglivets erfaringer ved, at atomerne er i besiddelse af. Systemet af den positive kerne med de herom kredsende elektroner må ifølge den klassiske elektrodynamik uundgåeligt udstråle lys med det resultat, at elektronernes baner skrumper ind for til sidst at falde sammen med atomkernen. Herved skulle frekvensen (d. v. s. antallet af svingninger pr. sekund, der jo er karakteristisk for lysets farve) af det udsendte lys vokse jævnt, hvilket er i uoverensstemmelse med, at atomerne under passende forhold udsender lys med bestemte, fra hinanden adskilte og for grundstofferne karakteristiske frekvenser, som man iagttager i de såkaldte *liniespektre*.

Bohr brød nu med den klassiske fysik ved at antage eller postulere, at atomernes elektroner kun kan være til stede i bestemte, såkaldte *stationære tilstande*, som han anskueliggjorde ved særligt udvalgte baner, i hvilke elektronerne kredser rundt, idet han videre – og stadig i modstrid med den klassiske fysik – postulerede, at så længe en elektron befinder sig i en så-

dan bane, udstråler den ikke lys. Ifølge hans teori udsender et atom kun lys, når en elektron springer fra en stationær tilstand med højere energi til en lavere tilstand med lavere energi. Er den højere energi E_2 og den lavere energi E_1 er frekvensen ν af det ved dette såkaldte *kvantespring* udsendte lys bestemt ved

$$h\nu = E_2 - E_1$$

hvor h er en universel konstant, den såkaldte Planck'ske konstant; $h\nu$ må da ifølge energisætningen fortolkes som energien af det udsendte lys. Vi skal om lidt gå nærmere ind på det forhåndenværende fysiske grundlag, som ledte Bohr til at opstille denne sammenhæng, men vil først fremdrage endnu et væsentligt træk ved hans teori. Nemlig det såkaldte *korrespondensprincip*.

Dette princip går i korthed ud på kravet om, at den nye teori i den grænse, hvor den anvendes på erfaringer, som den klassiske fysik på tilfredsstillende vis har kunnet gøre rede for, må stemme overens med denne. Mere konkret betyder dette i den foreliggende situation, at i den grænse hvor den udsendte strålings frekvens er lille – og det er den for spring mellem de langt borte fra kernen beliggende udvalgte baner – må der bestå overensstemmelse mellem den klassiske fysiks og den nye atomfysiks udsagn om arten af det udsendte lys, f. eks. må de ved ovenstående ligning beregnede frekvenser for overgangen mellem nærliggende baner langt ude stemme overens med de frekvenser, en elektron ifølge den klassiske elek-

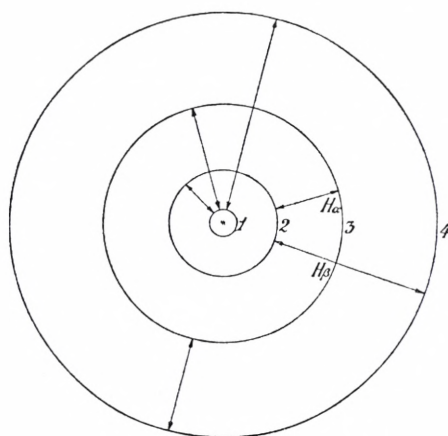


Fig. 1. Schematisk fremstilling af de første fire stationære baner i brintatomet. Pilene angiver mulige overgange mellem de stationære tilstande

trodynamik udsender ved at kredse nogen tid i en bane, der så langt ude kan vises kun langsomt at skrumpes ind.

I den her givne abstrakte formulering kan korrespondensprincippet måske forekomme ret selvfølgelig. Men ved at kombinere dette krav med de grundlæggende kvantepostulater, var det muligt at drage vidtgående slutninger om de atomare systemers opførsel selv i situationer, hvor man er langt fra den klassiske grænse. Det var næsten utroligt, hvad Bohr kunne få ud af den konsekvente og stædige fastholden ved dette princip, som han i 1918 kunne give en meget almen og kvantitativ formulering. Man kunne vende sagen på hovedet og sige, at han lærte fysikere at tænke på en sådan måde, at uomgængeligheden af, at enhver gammel og prøvet teori skal være indeholdt i den nye og mere omfattende teori, bliver udnyttet som et overmåde frugtbart, systematisk princip i bestræbelserne på at vinde dybere indsigt. Og det afgørende her er netop den kvantitative udnyttelse af dette almene princip.

Den ovennævnte sammenhæng mellem frekvensen af det ved et kvantespring mellem to stationære tilstande udsendte lys og atomets energitab var forberedt gennem tidligere undersøgelser, først og fremmest af Planck og Einstein. Planck havde ved århundredeskiftet vist, at omsætningen af energi mellem stof og stråling kun kunne ske i endelige energiportioner eller *kvanter*. Således kan lys af frekvensen ν kun opsluges (absorberes) af stof i mindste portioner af størrelsen $h\nu$, hvor h siden da kaldes for *Plancks konstant*. På lignende måde kan ifølge Bohrs atomteori et atom kun absorbere lysenergi af en frekvens ν dersom $h\nu$ er lig med en energiforskel $E_2 - E_1$ mellem energierne af atomet i de to af dets stationære tilstande. Herved vil en elektron da blive løftet fra tilstanden med den lavere energi E_1 til tilstanden med den højere energi E_2 . Ovenstående formel for sammenhængen mellem frekvens og energiændring er således gyldig både for lysemission (lysudsendelse) og lysabsorption (opslugning af lys). Et atom kan altså kun absorbere lys af de frekvenser, det selv kan emitte. Endelig bemærkes, at et atom i tilstanden med lavest energi (*grundtilstanden*) besidder en særlig art af stabilitet, idet det ikke ved emission kan overføres til andre tilstande.

Ved den såkaldte *fotoelektriske effekt*, som Einstein havde givet forklaringen på i 1905, sker der en løsrivelse af elektroner fra en metaloverflade, men først for lys af en tilpas høj frekvens, idet frekvensen skal være så stor, at det hertil hørende energikvant $h\nu$ er tilstrækkeligt til at meddele

elektronen så meget energi, at den kan slippe bort fra metaloverfladen imod de her virkende tiltrækningskræfter. Er frekvensen for lille, vil selv en nok så kraftig bestråling ikke kunne frigøre nogen elektron. For store frekvenser vil der endda blive energi tilovers til at give de udløste elektroner større fart – det vil sige større kinetisk energi – og desto mere, jo større frekvensen af det bestrålende lys er. En forøgelse af lysets intensitet bevirker derimod ikke en forøgelse af de enkelte elektroners kinetiske energi – der udelukkende er bestemt ved, hvad der efter løsrivelsen er blevet tilovers af energikvantet $h \nu$ – men bevirker, at et større antal elektroner frigøres pr. tidsenhed.

Ved kvantespring i et atom fra en stationær tilstand til en anden udsendes der altså portioner af lysenergi, de såkaldte *lyskvanter* eller *fotoner*, således at energien af en foton med frekvens ν er $h \nu$. Det er, som om lys udsendes fra det enkelte atom som en *partikel*. *Intensiteten* af det lys af en bestemt frekvens, der udsendes af en samling atomer, d.v.s. den til frekvensen hørende lysenergi, der udstråles pr. tidsenhed, må da være bestemt ved *antallet af fotoner* af den betragtede frekvens, der udsendes pr. tidsenhed, eller antallet af hertil hørende kvantespring som pr. tidsenhed finder sted i de tilstedeværende atomer.

Bohr var lige fra begyndelsen klar over, at disse kvantespring ikke kan sammenlignes med den klassiske fysiks processer, idet det i princippet er umuligt at angive metoder til at beregne, *hvornår* en elektron springer fra en stationær tilstand, og til *hvilken* stationær tilstand den vil springe i det næste tidsrum. Man er dog i stand til at angive *sandsynlighederne* – de såkaldte *overgangssandsynligheder* – for, at en elektron i et bestemt tidsrum vil springe fra en stationær tilstand til stationære tilstande med lavere energier. Disse overgangssandsynligheder er udtryk for de relative hyp-pigheder af de forskellige kvantespring i et stort antal atomer under samme ydre forhold og kan da måles ved intensiteterne af det til de forskellige frekvenser hørende lys.

I den klassiske fysik kan intensiteterne, der her er bestemt ved svingningsudslagene af lysbølgerne, beregnes ved hjælp af elektrodynamikkens love, og under benyttelse af korrespondensprincippet kunne Bohr da fremkomme med visse udsagn om de nævnte overgangssandsynligheder.

Et væsentligt træk ved Bohrs atomteori var naturligvis fastlæggelsen af de stationære baner. Han angav herfor visse såkaldte *kvantiseringsregler*, der senere blev mere alment formuleret af Sommerfeld og Wilson. En helt

almen formulering af princippet for opstillingen af sådanne kvantiseringsregler blev i 1918 givet af Bohr på grundlag af en tanke af Ehrenfest og i samarbejde med Kramers. Det blev i denne sammenhæng også muligt for ham at udtrykke korrespondensprincippet på en almen form.

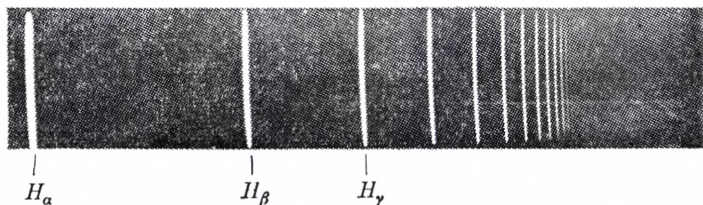


Fig. 2. En serie linier i brintspektret

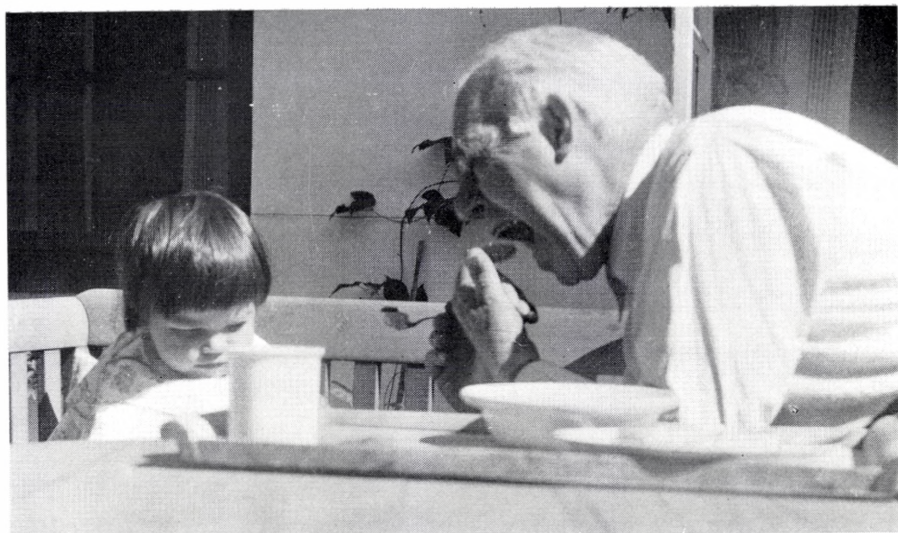
I det første arbejde fra 1913 kunne Bohr straks beregne frekvenserne af de til det simpleste af alle atomer hørende spektrallinier, nemlig frekvenserne af *brintspektret* (fig. 2). Brintatomet består af en kerne med kun én elektron udenom, og det var empirisk kendt, at frekvenserne af brintspektret kunne udtrykkes ved den såkaldte *Balmerske formel*

$$\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

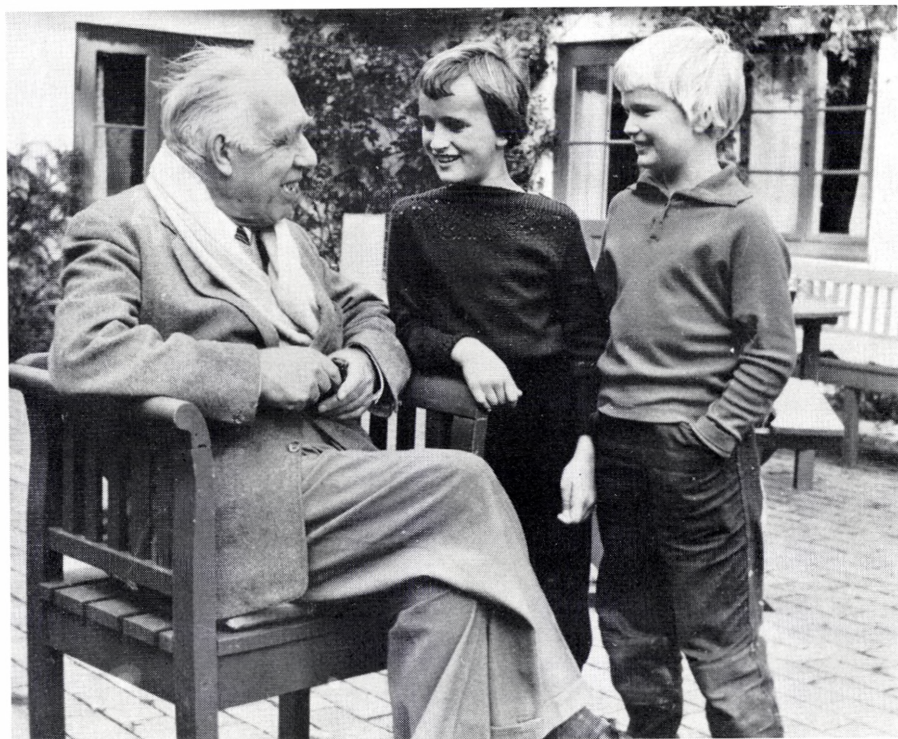
hvor R er en konstant, den såkaldte *Rydbergkonstant*, og m og n er hele, positive tal. Bohr kunne nu i fineste overensstemmelse med iagttagelserne beregne værdien af Rydbergkonstanten udtrykt udelukkende ved de atomare konstanter e , m , c og h , hvor e er elektronens ladning, m dens masse, c lyshastigheden og h den førnævnte Planck'ske konstant. Et resultat, der gjorde et meget stærkt indtryk.

Dette var dog kun en af de første store triumfer. Bohr kunne desuden i disse første arbejder fra 1913 vise, at visse spektre, som hidtil havde været tilskrevet brint, må hidrøre fra ioniseret helium, d. v. s. en heliumkerne med én elektron uden om, idet den til dette grundstof hørende anden elektron er bortrevet. Og han kunne vise, at en lille forskel i Rydbergkonstanten for brintspektret og den tilsvarende konstant for spektret af det ioniserede helium hidrører fra forskellen i masserne af brint- og heliumkernen.

Vi har allerede i det foregående antydnet visse træk af udviklingen af Bohrs atomteori imod en mere omfattende formulering af det principielle



Et barnebarn skal lære at spise



Med børnebørn i Tisvilde



Dronning Elizabeth af England, prins Philip og det danske kongepar på besøg i æresboligen på Carlsberg



Niels Bohr med den indiske premierminister Nehru under et besøg på Risø

indhold, men de væsentligste grundtanker findes allerede klart udtrykte i de første afhandlinger fra 1913. En side af teorien, vi endnu ikke har omtalt, er derimod de anvendelser, Bohr i de følgende år gjorde af sin teori til at forklare det slægtskab mellem grundstofferne, som kommer til udtryk ved det allerede i forrige århundrede opstillede såkaldte *periodiske system* (fig. 3).

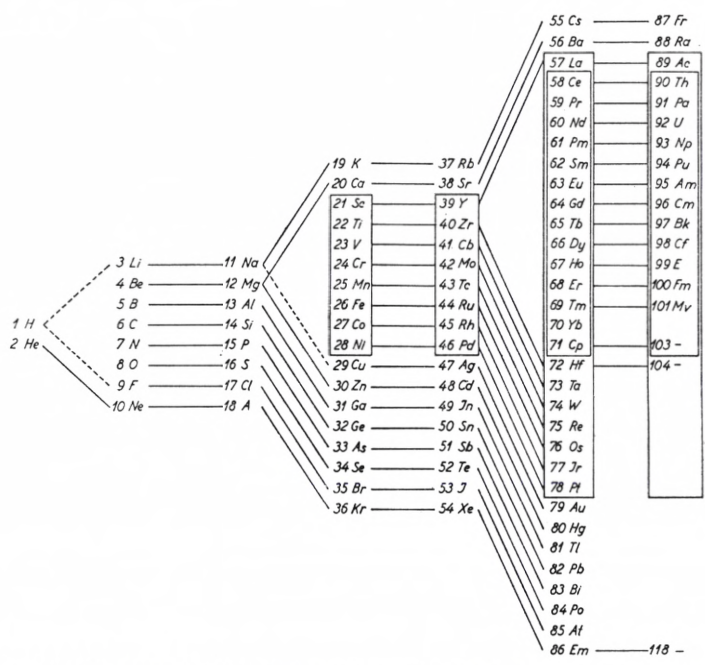


Fig. 3. Grundstoffernes periodiske system. Hvert grundstof er anført med sit atomnummer og det i kemien benyttede symbol. Linierne forbinder grundstoffer med beslægtede kemiske egenskaber. Diagrammet er ført à jour og man har medtaget de senere fremstillede nye grundstoffer; deres egenskaber har også vist sig at svare til de forudsigelser der kunne gøres ud fra Bohrs teori

Opstilles grundstofferne efter stigende atomvægt, og lader man visse pladser stå åbne, vil kemisk og fysisk beslægtede grundstoffer optræde med bestemte mellemrum eller *perioder*. De åbne pladser svarer da til de uopdagede grundstoffer og ved at sammenligne deres plads i opstillingen med de kendte grundstoffers plads, kunne man i grove træk forudsige sådanne endnu ukendte grundstoffers egenskaber, ligesom forudsigelserne kunne tjene til at finde visse uopdagede grundstoffer, idet beslægtede stoffer har tilbøjelighed til at følges ad – de opfører sig jo ensartet under

de kemiske og fysiske operationer, der anvendes til at skille dem fra andre stoffer.

Rutherfords atommodel førte snart til erkendelsen af, at et grundstofs nummer i det periodiske system – hvor man begynder med det letteste atom, brint, og fortsætter efter stigende atomvægt, idet også »hullerne« – eller de uopdagede grundstoffer tages med i nummereringen – simpelthen er lig kernens elektriske ladning (målt med elementarladningen e som enhed) eller med antallet af elektroner omkring kernen. Dette tal kaldes for *atomnummeret*. (En nærmere undersøgelse viste senere, at nogle grundstoffer er blandinger af atomer med lidt forskellige atomvægte, d.v.s. lidt forskellige kernemasser, men med samme fysiske og kemiske egenskaber – bortset fra de radioaktive egenskaber der er knyttede til kernen, og de egenskaber der direkte afhænger af kernemassen. Sådanne forskellige atomer, der hører til samme grundstof, kaldes for *isotoper*, og må altså gives samme atomnummer. I overensstemmelse hermed skal de anbringes på samme sted i det periodiske system.) Det er altså en kendsgerning, at de fleste fysiske og kemiske egenskaber ved grundstofferne udelukkende er bestemt ved kerneladningen, idet herved deres plads i det periodiske system er fastlagt.

På forhånd kunne man jo vente, at elektronerne omkring kernen i et uforstyrret atom kunne være grupperet eller arrangeret således, at selv om deres antal for to atomer var det samme, ville atomerne på grund af helt forskellige konfigurationer af elektronerne besidde væsentligt forskellige egenskaber. Men Bohr kunne nu vise, at fordelingen af elektronerne på forskellige stationære baner omkring en kerne respekterer visse almene krav, som bevirker, at der ikke består nogen mulighed for en sådan flertydighed, altså nogen mulighed for at der til et bestemt atomnummer skulle kunne eksistere atomer med så forskellige egenskaber, at der er tale om forskellige grundstoffer. Atomnummeret karakteriserer ifølge hans teori virkelig grundstoffet fuldt ud. Han støttede sig her særligt på den viden om elektronkonfigurationerne, som de forskellige slags spektre af lys, der udsendes fra grundstofferne, bærer vidnesbyrd om, samt på sine studier over elektriske og magnetiske felters indflydelse på elektronfigurationerne og hermed på spektrene.

Yderligere var Bohr i stand til at give en forklaring på det for det periodiske system karakteristiske træk, at beslægtede grundstoffer optræder med bestemte mellemrum eller perioder. De fysiske og kemiske egenskaber,

der i deres ligheder er karakteristiske for beslægtede grundstoffer, er i almindelighed knyttede til fordelingen af elektronerne på de *yderste baner*, idet disse elektroner ikke er så fast knyttet til kernen, og hermed i deres adfærd ikke er så uforanderlige som de indre elektroner. Ud fra tydingen af de kemiske og især de spektroskopiske data lykkedes det nu Bohr at drage slutninger om, hvorledes elektronerne grupperer sig, efterhånden som man går frem i det periodiske system. Det følger af hans betragtninger, at den samme gruppering af de yderste elektroner gentager sig med regelmæssige mellemrum, hvilket forklarer periodiciteten i grundstoffernes egenskaber. Det røber et karakteristisk træk ved Bohrs måde at anskue problemerne på, at det først og fremmest var en intuitiv forståelse af de fingerpeg, de empiriske data gav, der ledte ham til disse resultater. De skulle imidlertid komme til at bane vejen til den dybere forståelse af lovmæssighederne, der først opnåedes gennem det af Pauli formulerede såkaldte »udelukkelsesprincip«, som vi dog ikke her kan gå nærmere ind på.

Som et resultat af sin teori kunne Bohr vise, at det dengang endnu uopdagede grundstof med atomnummeret 72 havde andre egenskaber, end man fra anden side havde forudsagt, og at det derfor som følge af disse egenskaber måtte forventes at optræde i mineraler, hvor grundstoffet Zirkonium er til stede. Dette førte til opdagelsen af grundstoffet nr. 72 i 1922–23 af Hevesy og Coster, som døbte det *Hafnium* efter byen København (på latin Hafnia), idet opdagelsen fandt sted på Bohrs institut.

Trods de store resultater, som Bohrs atomteori kunne opvise, havde ikke mindst Bohr selv lige fra begyndelsen fremhævet ikke blot begrænsningen i de anvendte metoders rækkevidde, men tillige ufuldstændigheden af det grundlag, hvorpå teorien hvilede. Disse mangler trådte stadig klarere frem i den første halvdel af tyverne, dels fordi teorien viste sig ude af stand til at redegøre for en række finere detaljer i atomspektrene og dels på grund af de paradokser, som den samtidige anvendelse af klassiske billeder og kvantebegreberne gav anledning til.

Det er således allerede ovenfor nævnt, hvorledes lys i visse situationer optræder som et bølgefænomen, medens det i andre har karakter af partikler, de såkaldte fotoner. Den tanke, at en lignende dualitet skulle gøre sig gældende også for elektronernes vedkommende fremsattes af de Broglie, og elektronernes bølgeegenskaber blev kort derefter påvist ved iagttagelsen af interferensmønstre ved elektroners gennemgang gennem en krystal.

Med udviklingen af den såkaldte *kvantemekanik*, hvortil de første afgørende bidrag blev givet af Heisenberg, Schrödinger og Dirac, trådte atomfysikken ind i en ny fase. Medens Bohrs grundlæggende forudsætning om, at et atom kun kan eksistere i adskilte tilstande (stationære tilstande) blev opretholdt, blev det muligt at beskrive disse tilstande uden nogen henvisning til sådanne klassiske forestillinger som elektronernes baner. Kvantemekanikkens indhold kan således karakteriseres som et sæt regnearter, ved hjælp af hvilke man kan bestemme de forskellige iagttagelige størrelser såsom energiværdierne for atomernes stationære tilstande, og sandsynlighederne for, at et atom der befinder sig i en given stationær tilstand overgår til andre mulige stationære tilstande under udsendelse af stråling. Som det er omtalt i det foregående, har sådanne overgangsprocesser en statistisk karakter, og dette træk genspejles direkte i den kvantemekaniske formalisme, hvis forudsigelse altid har form af en angivelse af sandsynlighederne for de forskellige mulige udfald af et givet forsøg.

Kvantemekanikken fejrede hurtigt mange store triumfer ved i detaljer at kunne redegøre for en lang række atomfysiske fænomener, men på grund af den abstrakte matematiske form frembød den mere fysiske tydning af teorien store vanskeligheder, der kun gradvis blev overvundet i de efterfølgende år.

Et afgørende fremskridt opnåedes af Heisenberg, der viste, at den begrænsning, som virkningskvantet h medfører med hensyn til anvendelsen af de klassiske forestillinger, kan udtrykkes ved hjælp af de såkaldte *ubestemthedsrelationer*. Et eksempel på disse er relationen

$$\Delta q \cdot \Delta p \geq h$$

hvor Δq er den ubestemthed, der er knyttet til angivelsen af en partikels position langs en forelagt retning, medens Δp betegner ubestemtheden i partiklens bevægelsesmængde (d.v.s. produktet af massen og hastigheden) i denne retning. Medens partiklens position *eller* dens bevægelsesmængde kan bestemmes med vilkårlig nøjagtighed, er den nøjagtighed, hvormed det er muligt samtidigt at definere partiklens position og bevægelsesmængde, således altid underkastet en begrænsning givet ved ovenstående relation. Det er netop denne gensidige begrænsning, der giver spillerum for de typiske kvantefænomener. Har vi derimod at gøre med fænomener, hvori den samlede virkning er stor i forhold til det elementære virkningskvantum h , bliver

den ved ubestemthedsrelationen udtrykte begrænsning uvæsentlig, og under sådanne forhold går den kvanteteoretiske beskrivelse over i den klassiske i overensstemmelse med korrespondensprincippet krav.

Den videre udvikling blev især præget af Niels Bohrs indsats. Lige fra kvantemekanikkens fremkomst havde han, klarere end de fleste samtidige fysikere, set at den fulde godkendelse af de nye teorier – accepten af alle kvantemekanikkens konsekvenser – måtte medføre et endnu mere radikalt brud med tilvante forestillinger, end man til at begynde med troede var tilfældet. Først og fremmest fordi vi herved belæres om, at de *iagttagelses-situationer*, der foreligger, når vi beskæftiger os med atomernes egenskaber, i visse grundlæggende træk er helt forskellige fra dem, vi kender fra dagliglivets erfaringer, d.v.s. fra den klassiske fysik.

Ved at underkaste den kvantemekaniske beskrivelse og iagttagelses-situationen i atomfysikken en dybtgående analyse, nåede Bohr frem til en fuldstændig afklaring af de principielle problemer, der havde præget atomfysikken siden kvanteteorien første dage. Vor hele opfattelse af vilkårene for naturbeskrivelsen kom herved i ny belysning, der måtte få vidtrækkende konsekvenser for den almindelige erkendelsesteoretiske diskussion. Disse spørgsmål var gennem årene emnet for talrige afhandlinger fra Bohrs hånd, i hvilke han søgte at få problemstillingens principielle karakter til at træde stadig klarere og skarpere frem. Mange af disse afhandlinger kan læses uden særlige faglige forudsætninger (se f. eks. »Atomteori og naturbeskrivelse« (1958) og især »Atomfysik og menneskelig erkendelse« (1957), af hvilken en fortsættelse er fremkommet på engelsk og også er under udgivelse på dansk). Problemer vedrørende kvantemekanikkens fortolkning og de almindelige erkendelsesteoretiske konsekvenser, der er knyttet hertil, er også omtalt i flere af bidragene i denne bog, f. eks. i Kleins, Heisenbergs og Rosenfelds.

I de ofte meget dramatiske diskussioner, hvorunder disse spørgsmål gradvis afklaredes, spillede idealiserede tankeeksperimenter, der var egnede til at fremhæve de tilsyneladende paradokser, en stor rolle. Vi skal derfor kort omtale et enkelt sådant eksempel, som er hentet fra Bohrs artikel (optrykt i »Atomfysik og menneskelig erkendelse«) om de berømte diskussioner med Einstein, der vil blive stående som klassiske i videnskabens historie.

Vi betragter en forsøgsopstilling som vist på fig. 4. En strøm af elektroner (eller fotoner) falder fra venstre ind på den første skærm, hvor-

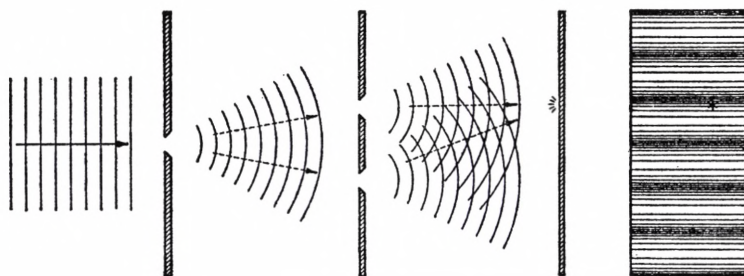


Fig. 4

igennem et nærmere afgrænset strålebundt forplanter sig videre mod den næste skærm, der er forsynet med to spalter. Ved en sådan opstilling er det muligt at studere bølgeegenskaberne ved elektronerne. Som det er kendt fra vandbølger og almindelige optiske fænomener, vil de fra de to spalter i den anden skærm udgående bølgetog interferere med hinanden, og vi vil på den fotografiske plade bagved skærmen iagttage et *interferensmønster* med skiftevis lyse og mørke striber. Dette er antydnet længst til højre på figuren, hvor den fotografiske plade ses forfra. Interferensmønstret dannes ved den samlede virkning af et stort antal individuelle processer, som hver for sig frembringer en lille plet på den fotografiske plade, der angiver, hvor den pågældende elektron har ramt.

Vi ser, hvorledes på den ene side elektronens vekselvirkning med den fotografiske plade, i lighed med den ovenfor omtalte fotoelektriske effekt, finder sted i et bestemt punkt i overensstemmelse med partikel-forestillingen, medens på den anden side fordelingen af pletterne følger en lov, der kun kan forstås på grundlag af bølgeforestillingen. Særlig tydeligt bliver dette tilsyneladende paradoks, hvis vi spørger, igennem *hvilken* spalte elektronen gik ved en af de individuelle processer, hvoraf interferensmønstret opbygges. Dersom dette spørgsmål kunne tillægges nogen mening, måtte vi slutte, at elektronens opførsel efter passagen gennem den ene spalte afhænger af tilstedeværelsen af den anden spalte, gennem hvilken vi vidste, at den ikke var passeret, men som alligevel er medbestemmende for interferensmønstret. Dette interferensmønster ville nemlig forsvinde, hvis man lukkede en af spalterne.

Dette tilsyneladende paradoks finder sin opløsning derved, at enhver måling, der ville tillade at afgøre, gennem hvilken spalte elektronen er passeret, nødvendigvis medfører en sådan ændring af forsøget, at enhver iagt-

tagelse af interferensmønstret udelukkes. For eksempel kunne man undersøge, om elektronen efter passagen gennem den første skærm bevæger sig opad eller nedad. Dette kunne afgøres ved at bestemme den rekylbevægelse, som denne skærm modtager ved, at elektronen under passagen ændrer sin bevægelsesretning. Vi må imidlertid tage hensyn til, at skærmens opførsel er underkastet de kvantemekaniske lovmæssigheder, således at en fastlæggelse af dens bevægelsesmængde ifølge ubestemthedsrelationerne medfører, at det ikke længere er muligt at definere dens position med vilkårlig nøjagtighed. Nu vil en flytning af skærmen lidt op eller ned bevirke en forskydning af interferensstriberne på den fotografiske plade, og det er let at vise, at hvis man ønsker at bestemme skærmens bevægelsesmængde med en nøjagtighed, der er tilstrækkelig til at afgøre, om elektronen bevæger sig mod den øverste eller den nederste spalte i den anden skærm, er den dertil knyttede ubestemthed i definitionen af skærmens position netop så stor, at interferensmønstret helt udtværes.

Det her fremførte eksempel illustrerer det *helhedstræk*, der er karakteristisk for kvanteprocesserne. Vi ser, hvorledes forsøg på at underdele fænomenerne for at forfølge deres forløb på den måde, vi er vant til fra den klassiske fysik, strandeder på, at vi derved tvinges til at ændre de eksperimentelle betingelser således, at vi nu har at gøre med helt nye fænomener, der, som Bohr udtrykte det, er *komplementære* til de oprindelige.

Niels Bohr vendte atter og atter tilbage til sådanne eksempler for på stadig ny måde at belyse kvantefænomenernes natur og fremhæve, hvor vigtigt det er, at de begreber, vi benytter ved beskrivelsen, har et entydigt indhold. Således har man mulighed for at skærpe det tilsyneladende dilemma, som det ovenfor diskuterede eksempel frembyder, ved at bemærke, at man endog kan vente til *efter* at elektronen har passeret gennem apparatet med at afgøre hvilket af de komplementære fænomener, man vil studere. Man kan nemlig indrette forsøgsopstillingen således, at man selv efter at elektronen har ramt den fotografiske plade stadig kan *vælge*, om man vil bestemme rekylbevægelsen af den første skærm og dermed få oplysning om, gennem hvilken af de to spalter elektronen passerede. Eller om man vil fastlægge skærmens position, hvorved pletten på den fotografiske plade må opfattes som hørende til et interferensmønster, betinget af begge spalters tilstedeværelse.

Hvor fremmedartet, ja ligefrem chokerende denne situation end måtte synes, ser vi, at ethvert element af modstrid eller mystik forsvinder, når

vi gør os klart, at et fysisk fænomen, som Bohr så stærkt fremhævede det, først er et sikret begreb, når hele den forsøgsopstilling, hvorunder det fremtræder, er fastlagt. I det omtalte eksempel drejer det sig om et valg mellem to hver for sig veldefinerede, men hinanden udelukkende forsøgsopstillinger, der tillader studiet af forskellige, komplementære fænomener. Den sidstnævnte skærpede problemstilling svarer nøje til den, der kom til at spille så stor en rolle i forbindelse med diskussionerne mellem Bohr og Einstein, således som det er beskrevet i Rosenfelds bidrag. De i logisk henseende analoge iagttagelsessituationer, som Bohr fremdrog fra andre erfaringsområder, først og fremmest inden for psykologien, er også omtalt i det nævnte bidrag.

I forbindelse med Bohrs overvejelser vedrørende kvantemekanikkens iagttagelsesproblemer skal sluttelig nævnes de undersøgelser, han i 1933 og senere i 1950 foretog sammen med Rosenfeld over elektrodynamikkens måleproblemer, d.v.s. komplementariteten mellem de til bestemmelsen af forskellige elektrodynamiske feltstørrelser i deres afhængighed af tid og sted nødvendige iagttagelsessituationer.

Vi vender dernæst opmærksomheden mod det tredie hovedområde, hvor Bohr gjorde en banebrydende indsats: hans bidrag til en dybere indsigt i *atomkernernes struktur* og til forståelsen af visse her forekommende processer.

Som tidligere omtalt kan der til et bestemt atomnummer, altså til et bestemt grundstof, svare forskellige isotoper, hvis kerner har forskellig masse, medens antallet af elektroner udenom er det samme, således at de fleste fysiske og kemiske egenskaber – der, som nævnt, er betinget af processer i elektronverdenen udenom kernen – er de samme. Udsendelsen af *radioaktiv stråling* er derimod knyttet til processer i kernerne, og i denne henseende kan isotoper have vidt forskellige egenskaber.

Alle atomkerner er sammensatte af to slags partikler: *protoner*, der simpelthen er brintkerner, og *neutroner*, der er partikler med omtrent samme masse som protonerne, men uden elektrisk ladning. En proton og en elektron har modsatte ladninger: protonens positiv og elektronens negativ, således at antallet af protoner i kernen må være lige med antallet af elektroner uden for kernen, da atomet udadtil er elektrisk neutralt. Forskellen mellem to isotoper må da bero på, at neutronantallet i kernerne er forskelligt. Man kan i øvrigt opfatte protonen og neutronen som to forskellige *tilstande* af samme partikel: *nukleonen*.

Ved kerneprocesser vil to protoner og to neutroner ofte blive bundet sammen til en heliumkerne, d.v.s. en alfa-partikel.

Bohr opstillede nu en model for atomkernerne og de mellem de enkelte bestanddele af disse virkende kræfter, som fik meget stor betydning for hele udviklingen af atomkernefysikken i årene før sidste verdenskrig, og udfra hvilken han for tunge kerner – altså kerner indeholdende et forholdsvis stort antal nukleoner – opnåede kvantitative resultater, som stemte smukt overens med eksperimenterne.

Især gjaldt det de ændringer, der foregår i atomkernerne, når de beskydes med lette atomare partikler. Udfører man et sådant bombardement med *ladede* partikler, såsom protoner, deuteroner eller alfa-partikler, der på grund af kernens elektriske ladning frastødes af denne, må de – for at kunne overvinde denne frastødende virkning – bringes op på betydelige hastigheder. *Neutroner* derimod, der ikke har nogen elektrisk ladning og derfor ikke frastødes af kernen, vil, selv med forholdsvis ringe bevægelsesenergi, kunne trænge ind i den.

Når den ankommende partikel er trængt ind i kernen, vil den tilføre denne energi, men på grund af den tætte sammenpakning af nukleoner i kernen og den stærke vekselvirkning mellem dem vil denne energi meget hurtigt fordele sig blandt alle nukleonerne. Vi får på denne måde en særlig tilstand, som Bohr kaldte for den sammensatte kerne (compound-kernen) eller mellemkernen, fordi den danner et mellemlid mellem udgangssituationen, hvor kernen og den bombarderende partikel var uden for hinanden, og forsøgets slutresultat. Er compound-kernen ikke altfor tung, er der to muligheder for det næste trin i processen. *Enten* kan energien gå bort i form af stråling, med det resultat, at den indfaldende partikel forbliver indfanget i kernen. Alt efter den indfaldende partikels karakter opstår der da en ny isotop af det oprindelige grundstof eller et grundstof forskelligt fra det oprindelige. *Eller* også kan energien, der hele tiden på uregelmæssig måde udveksles mellem nukleonerne, ved en tilfældighed samle sig på en af dem, som derved får så megen energi, at den kan overvinde de kræfter, der holder den fast, og rive sig løs fra compound-kernen.

Forholdene ligner meget dem, man har at gøre med i en *væskedråbe*, der består af mange smådele (molekyler). Tilfører man en væskedråbe energi, vil den blive opvarmet, hvilket svarer til, at dens enkelte molekyler kommer i hurtigere bevægelse. Også her er der en stadig udveksling af bevægelsesenergi mellem de forskellige molekyler, og engang imellem

koncentreres der ved tilfældige fluktuationer så megen energi på et enkelt molekyle, at det overvinder de kræfter, der holder dråben sammen (overfladespændingen) og river sig løs fra denne. Man har da at gøre med en fordampning af væsken.

Denne analogi viste sig at være uhyre frugtbar og vejledende ved forklaringen af et stort antal fænomener, både kvalitativt og kvantitativt. På Instituttets værksted lod Bohr fremstille modeller, der skulle tjene til at illustrere forholdene, ganske vist ikke i en væskedråbe, men i en samling af elastiske stålkugler. De kræfter, der holder kernen sammen, blev i modellen anskueliggjort ved, at stålkuglerne befandt sig i en fordybning, som de under normale forhold ikke kunne komme ud af. Bombardementet af »atomkernen« foretoges med kugler, der løb ned ad en skrå rende og derved fik en af udgangshøjden afhængig hastighed. Når de indfaldende kugler skulle repræsentere ladede partikler, blev kernen forsynet med en ydre vold (fig. 5), således at partiklerne for at komme



Fig. 5

over denne måtte have passende store hastigheder. For indfaldende neutroner så kernen derimod ud som vist på fig. 6, hvor der ikke er nogen vold omkring fordybningen, og her har endda ganske langsomme kugler,

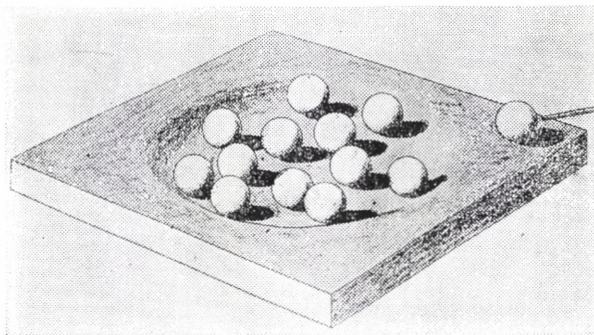


Fig. 6

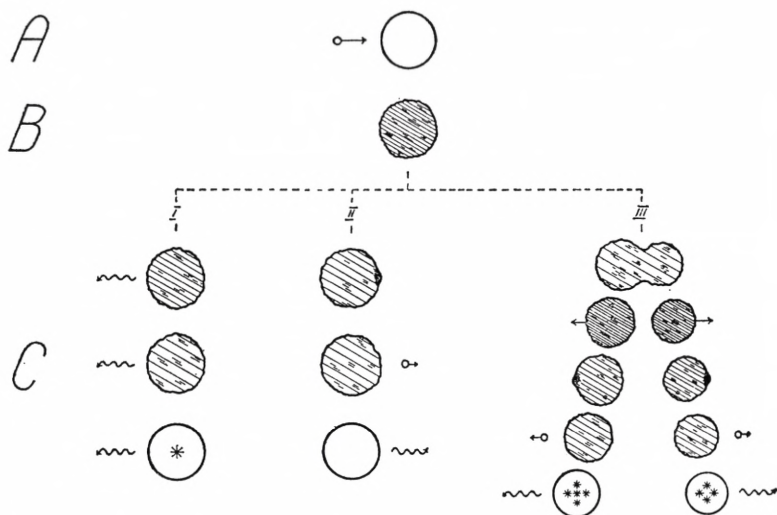


Fig. 7

der har fået et svagt stød med billardkøen, mulighed for at trænge ind i kernen. Når kuglen er gledet ned i fordybningen, støder den sammen med de deri liggende kugler («nukleonerne»), og man kan iagttage, hvordan de alle kommer i livlig bevægelse, der dog – i modsætning til forholdene i en væskedråbe eller en atomkerne – hurtigt dæmpes på grund af gnidning.

Det var en stor triumf for Bohrs teori, at man i 1939 på grundlag af dråbemodellen kunne forklare den såkaldte fission, hvor kerner af meget tunge grundstoffer, først og fremmest uran, spaltes i to næsten lige store dele, når de bombarderes med neutroner. Ved disse stoffer kommer der nemlig til de to før omtalte omdannelser af compound-kernen endnu en tredje mulighed: spaltningen. I store træk går ræsonnementet ud på følgende. Forsøget starter med, at en urankerne (den store hvide cirkel øverst i fig. 7) rammes af en neutron (den lille cirkel). Pilen skal anskueliggøre neutronens hastighed. I første omgang optages neutronen i kernen og der dannes en compound-kerne, hvis overskud af energi, tilført af neutronen, er antydnet ved skravering. Nu er der tre muligheder for processens videre forløb: I) Den overskydende energi kan gå bort i form af stråling, og neutronen forbliver indfanget. Der er da dannet en ny uranisotop. II) Ved en tilfældig koncentration af energien på en af neutronerne i compound-kernen får denne neutron energi nok til at rive sig løs fra kernen.

III) Compound-kernens energi giver anledning til svingninger af hele »væskedråben«, og denne kommer herved til at antage en aflang form. Takket være de frastødende elektriske kræfter, der virker mellem de protoner der findes i kernen, vil en sådan forlængelse af dråben resultere i, at den ikke går tilbage til den kugleformede tilstand, men tværtimod bliver mere og mere aflang og sluttelig spaltes i to dele, der igen på grund af de frastødende elektriske kræfter slynges bort fra hinanden med meget store energier. Fissionen minder derfor om den spaltning af en elektrisk ladet vanddråbe, der kan finde sted, når dråben sættes i svingning. Efter fissionen (III) løsrives der – som antydnet på tegningen – endnu neutroner fra de to fragmenter.

Det endelige resultat afhænger af konkurrencen mellem disse tre muligheder. Man kan behandle fænomenet kvantitativt ud fra de kendte eller beregnede sandsynligheder for de forskellige processer. Disse sandsynligheder afhænger både af den indfaldende neutrons hastighed, og – meget væsentligt – af den bombarderede kernes struktur. Der er således stor forskel mellem isotoper af samme grundstof, alt efter om kernen indeholder et lige eller ulige antal nukleoner. Denne forskel gør sig f. eks. gældende mellem de to uranisotoper, der findes i det i naturen forekommende uran, idet den sjældne isotop, der indeholder 235 (ulige antal) nukleoner, har en betydelig større fissionssandsynlighed end den hyppigt forekommende isotop, der indeholder 238 (lige antal) nukleoner. Dette forhold spiller en afgørende rolle i hele spørgsmålet om frigørelse af atomkerneenergien. Endnu før Bohr i samarbejde med Wheeler havde udarbejdet en kvantitativ teori, der kunne redegøre for mange af de karakteristiske træk ved fissionsprocessen, kunne Meitner og Frisch ud fra kvalitative overvejelser på grundlag af dråbemodellen vise, at de af Hahn og Strassmann i 1938 gennemførte forsøg, hvori uran blev bombarderet med neutroner, og som ellers var vanskelige at forstå, fandt en naturlig forklaring gennem antagelsen, at der foregår en spaltning af urankernen. Den ved fissionen udløste energi kunne beregnes og blev kort efter påvist i forsøg udført af Frisch på Instituttet i København (og omtrent samtidig i U.S.A.), og hvorom han beretter i sit afsnit i bogen.

I et uforglemmeligt møde i Selskabet for Naturlærens Udbredelse omtalte Niels Bohr i december 1939 de af fissionsprocessen betingede muligheder for atomenergiens frigørelse – også de uhyggelige muligheder for destruktiv anvendelse heraf. For at uranfissionen skal kunne udnyttes, ved

at en kædeproces sættes igang, kan man blande den i naturen forekommende uranisotopblanding med en særlig slags brinholdige stoffer, hvorved neutronernes hastigheder nedsættes ved sammenstød, hvilket Bohr i dette foredrag nævner som en mulighed, man må have for øje. Han omtaler her også, hvorledes en separation af den uranisotop, der ved neutronbombardementet bringes til fission, så den foreligger i større mængde, vil kunne benyttes til en bombe med en sprængkraft, der er millioner af gange større, end den verden hidtil havde set. Men han mente, at en sådan isotopadskillelse ville være et teknisk problem af så uhyre dimensioner, at det næppe kunne løses foreløbig. Her forløb udviklingen imidlertid hurtigere, end han havde forestillet sig. Under krigens pres var man få år efter i U.S.A. igang hermed.

De store banebrydere i fysikken kan vanskeligt sammenlignes, netop fordi deres indsats er betinget af en for hver af dem særegen originalitet i måden at angribe problemerne på. Bohr hørte til de allerstørste, og den kommende tid vil utvivlsomt vise, at den fysiske belæring, han skænkede os, er endnu mere vidtrækkende, end vi i dag kan gøre os det klart. Det er ikke overdrevet at sige, at han har lært fysikerne at tænke på en ny måde.

Niels Bohr og internationalt videnskabeligt samarbejde

Af Viktor F. Weisskopf

Naturvidenskab er søgen efter det absolutte, efter fundamentale love, efter de grundlæggende sandheder i naturen. Den søger at udtrykke dem i matematisk formulering, på en måde, der er uafhængig af den enkelte videnskabsmands personlige karakter, i absolutte vendinger, der rækker udover den personlige indstilling hos de bestemte mennesker, der skabte den. Dette er naturvidenskabens mål, og sådan bør det være. Det er imidlertid tillige grunden til, at fysikere ofte ikke er tilstrækkelig opmærksomme på selve personlighedernes rolle og indflydelse i deres liv og virke. I ethvert menneskeligt foretagende er der store personligheder, som giver arbejdet mening, retning og formål. Hvis der er nogen personlighed, der har tilført naturvidenskaben disse væsentlige elementer, så er det Niels Bohr.

Andre afsnit af denne bog er helliget skildringen af Bohrs arbejde og Bohrs indflydelse i verden. Her vil jeg gerne skitsere karakteren af Bohrs forhold til sine medarbejdere, som genspejlede så meget af hans personlighed, og som havde en så afgørende indflydelse på den yngre generation af fysikere.

Han arbejdede ikke alene som et individ, han arbejdede sammen med andre. Det var netop hans store styrke at samle om sig de mest aktive, de mest talentfulde, de mest modtagelige fysikere i verden. I årene fra 1923 til 1930 finder vi hos Bohr på hans berømte Institut for Teoretisk Fysik i København folk som Klein, Kramers, Pauli, Heisenberg, Ehrenfest, Gamow, Bloch, Casimir, Landau og mange andre. Det var på den tid og med de mennesker, at grundlaget for kvantebegrebet blev skabt, at ubestemthedsrelationen først blev udtænkt og diskuteret, at bølge-partikel-dualismen for første gang blev forstået. I livlige diskussioner inden for grupper af to eller flere blev de dybeste problemer vedrørende materiens struktur bragt for dagen. Man kan forestille sig hvilken atmosfære, hvilket liv, hvilken intellektuel aktivitet, der dengang herskede i København. Her kom Bohrs indflydelse til sin ret. Her var det, han skabte sin stil, »Københavnerånden« (»der Kopenhagener Geist«), denne ganske specielle stil, som han

gav fysikken. Vi ser ham for os, den største blandt sine kolleger, handle, tale, leve på lige fod med en gruppe unge, optimistiske, spøgefulde, begejstrede mennesker, der nærmede sig naturens dybeste gåder med en kampånd, i en ånd af frigjorthed fra konventionelle bånd og i en ånd af glæde, som næppe kan beskrives. Blandt disse unge videnskabsmænd, der var i færd med at skabe en ny videnskab, herskede der en speciel livsstil, fri for konventioner og fuld af humor og ikke uden en vis foragt for den øvrige verden, men gennemtrængt af dyb respekt for storheden af de problemer, som de var stillet overfor. Bohr sagde tit: »Der er ting, der er så alvorlige, at man kun kan spøge med dem.«

Det internationale samfund af mennesker omkring Bohr blev dengang holdt sammen af hans personlighed og af en fælles trang til at trænge ind i naturens hemmeligheder. Indtil begyndelsen af trediverne taltes der ikke i kredsen om meget andet end fysik, filosofi og kunst og litteratur. Ikke desto mindre skabtes en fælles måde at tænke og føle på, som dannede grundlaget for fremtidige menneskelige kampe, større og mere tragiske end nogen kunne have forudset. Uden nogen bevidst hensigt blev der skabt en lille gruppe mennesker, en gruppe der omfattede folk fra mange europæiske lande inklusive Sovjetunionen samt japanere, indere og amerikanere. Ingen verdenskrig, ingen politisk kløft, intet kunne rukke den grundlæggende enhed af denne gruppe, hvis medlemmer altid følte sig som »præster af en kirke«.

Da omvæltningerne i de følgende årtier spredte dem over hele verden, arbejdede hver af dem på sin egen måde hårdt på at hele krigens sår og opbygge en bedre verden. De blev alle drevet af den samme ånd, uden nogen forudgående aftale. Denne ånd groede frem af den rene videnskab selv, når videnskab forstås i den dybe betydning, hvori Bohr efterlevede den med sine venner.

Bohr var jo ikke blot en stor videnskabsmand, han var også et menneske med en usædvanlig modtagelighed og følelse for den verden, han levede i. Forholdet mellem videnskaben og menneskenes verden var for ham et vigtigt spørgsmål. Tidligere end mange andre var han klar over, at atomfysikken er og vil vedblive at være en afgørende del af civilisationen og af menneskehedens skæbne – at videnskaben ikke kan adskilles fra den øvrige verden. Verdenshistoriens begivenheder gav ham medhold, førend man havde kunnet vente det. I trediverne var den rene videnskabs elfenbenstårn allerede brudt sammen. Naziregimet var ved magten i Tyskland, og

en strøm af videnskabsmænd kom til København som flygtninge og fandt hjælp og støtte hos Bohr. Han indbød nogle af dem til at blive der. James Franck, Hevesy, Placzek, Frisch og mange andre fandt et tilflugtssted i København, hvor de kunne fortsætte deres videnskabelige arbejde. Men ikke nok med det; Bohrs institut blev centret for alle i videnskaben, der trængte til hjælp, og mangen en videnskabsmand fandt et nyt sted at være – i England eller i De Forenede Stater – takket være Bohrs personlige indsats. Så kom krigens år. Det var slut med den rene videnskab. Danmark blev besat af nazisterne i april 1940. I 1943 måtte Bohr forlade Danmark og flygte til Sverige, hvorfra han via England kom til U.S.A. Dér sluttede han sig til den store gruppe af videnskabsmænd i Los Alamos, som dengang arbejdede på udnyttelsen af kerneenergi til militære formål.

Han veg ikke tilbage for denne overmåde problematiske side af videnskabelig virksomhed. Han så den i øjnene som en nødvendighed, men samtidig var det hans idealisme, hans fremsyn og hans håb om fred, der inspirerede så mange mennesker på dette krigens sted til at tænke over fremtiden og forberede sig til opgaverne forude. Han hjalp os til at se, at der trods død og ødelæggelse er en positiv fremtid for denne verden, således som den er omskabt gennem videnskabelig erkendelse. Han gav os den optimisme, den tro, den dybe overbevisning, at der til sidst ville komme noget storslået ud af det. Vi bør være klar over, at det var den indstilling og de diskussioner og handlinger, der fødtes af disse tanker, som bidrog så meget til, hvad der i dag er en realitet. Han var en af de drivende kræfter i skabelsen af videnskabsmændenes politiske bevægelse. Han inspirerede den gruppe mennesker, der hvad enten de ønskede det eller ej, blev anbragt i meget betydningsfulde stillinger i denne verden. I ikke ringe grad har hans indflydelse bidraget til den kendsgerning, at vi endnu er i live, og at vi endnu kan se fremtiden i møde med nogen tillid.

I efterkrigsårene fik fysikken nye sider. Krigen havde med det grusomste af alle argumenter gjort det klart, at videnskaben er af den mest afgørende og direkte betydning for alle. Dette havde ændret fysikkens karakter. Fysik blev et stort foretagende. Der krævedes et stort antal mennesker og store maskiner for at drive fysisk forskning. Bohr erkendte denne udvikling som en logisk videreførelse af det, han og hans venner havde sat i gang. Den nye indsigt, der var vundet, var stærkere end universiteternes elfenbens-tårn, hvori nogle havde ønsket at spærre den inde. Han så, at der ud af disse ideer ville vokse en ånd, der kunne omspænde alle områder af menne-



Instituttet for teoretisk fysik, som det så ud i 1921



Instituttet i dag. Billedet giver kun delvis begreb om Instituttets størrelse. Bag ved den 5-etagers høje bygning til højre i baggrunden ligger en 90 meter lang forsøgshal. Under hele Instituttets areal strækker sig en kælderetage med mange laboratorier



I leg med børnebørnene i opholdsstuen og i den pompejanske sal i boligen på Carlsberg

skelig virksomhed, og således så han nødvendigheden af at drive fysik i stor målestok, i international målestok. Der er ingen menneskelige bestræbelser, hvor de snævre nationale og politiske grænser er mere forældede og meningsløse end inden for videnskaben.

Derfor var Bohr altid opmærksom på den ledende rolle, videnskaben må spille ved at skabe varige bånd tværs over nationale og politiske skel og skabe begyndelsen til et overnationalt samfund af alle mennesker på jorden. Det var grunden til, at han så aktivt virkede for oprettelsen af internationale videnskabelige centre: det skandinaviske institut NORDITA i København, der drives i tilknytning til Niels Bohrs Institut for Teoretisk Fysik, og CERN, organisationen for europæisk kerneforskning. Inden for NORDITA er det skandinaviske samarbejde realiseret i fuldeste omfang, og dette områdes ledende stilling inden for atomfysikken opretholdes. Men ikke blot det: sammen med Institutet for Teoretisk Fysik blev NORDITA et af verdens førende centre for udforskningen af atomkernernes struktur. Institutet huser gæster fra alle egne af verden, fra øst såvel som fra vest. Det var på Niels Bohrs institut, at en russisk og en amerikansk fysiker for første gang publicerede en afhandling i fælleskab; det er kun på Niels Bohrs institut, at fysikere fra Peking arbejder sammen med amerikanske fysikere.

CERN er et internationalt forskningslaboratorium, beliggende i Genève og helliget den rent videnskabelige forskning af elementarpartiklernes struktur. Der findes en af verdens største proton-acceleratorer. CERN repræsenterer på mange måder nogle af Bohrs store ideer: her har tretten europæiske lande sluttet sig sammen for at yde stor økonomisk støtte til et i sandhed internationalt foretagende, som udelukkende er helliget udforskningen af naturen uden noget kommercielt eller militært formål. Det var Niels Bohrs personlighed, Niels Bohrs indflydelse og Niels Bohrs arbejde, der gjorde dette foretagende muligt. Andre fik ideen til CERN og udviklede den, men disse folks begejstring og ideer havde ikke været tilstrækkeligt, hvis ikke en mand af Bohrs format havde støttet dem, hvis han ikke havde taget så aktivt del i grundlæggelsen såvel som i ethvert videre betydningsfuldt skridt, hvis han ikke havde sat sig ned sammen med de andre og gennemtænkt hver eneste detalje.

Hvad er arven efter Niels Bohr? Den kan udtrykkes på to måder. Vi kan tale om den videnskabelige arv: vor nuværende viden om materiens struktur. Denne viden, måske vor tids største kulturelle bedrift, er et

åndeligt bygningsværk, som vi skylder ham. Bohr lagde fundamentet til denne bygning med sin atomteori. Han udformede denne bygnings struktur, da han formulerede kvantemekanikkens begreber. Han overvågede bygningsarbejdet som grundlægger af det berømte institut i København med kredsen af studerende og elever, der spredtes over hele verden.

Vi kan også tale om arven efter Niels Bohr udtrykt ved menneskelige forhold; det er en komplementær form af det samme ideal. Vi har i de sidste århundreder oplevet en umådelig forøgelse af vor viden og magt: viden om naturen og magt over naturen. Denne voldsomme vækst, hvoraf Niels Bohrs værk er del, er en kilde til mange af vor tids konflikter. Grunden er taget bort under de stadfæstede måder at leve og tænke på, og dermed skabtes store problemer for vort liv, for vor verden og fremtid. Mange mennesker er overvældet af disse farer, de er modløse og frygter det værste for verden. Men aldrig Niels Bohr. For ham indebar enhver vanskelighed, enhver konflikt sin egen løsning. Jo større vanskelighed, jo større skridt må der tages for at overvinde den, og jo større er den løn, der følger. Når de simple løsninger kom til kort, hvad enten det var i menneskelige eller videnskabelige forhold, så han den store fordel ved at være tvunget til at angribe et mere omfattende problem. For ham ikke blot skabte naturvidenskaben problemerne, den viste også vej til deres løsning. Videnskab var for ham en af de højest udviklede former for menneskeligt samarbejde. Derfor må den også vise vej til et bedre forhold mellem mennesker.

Niels Bohr og Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab

Af Johannes Pedersen

Niels Bohrs berøring med Videnskabernes Selskab fik sin begyndelse, da han som ung student, 21 år gammel, i november 1906 indleverede en afhandling som besvarelse af selskabets prisopgave, hvorved han erhvervede dettes guldmedaille. Dens emne var en »Undersøgelse af Vædskestraalers Svingninger«, og bedømmerne, C. Christiansen og K. Prytz, fremhævede dens værdi både i eksperimentel og teoretisk henseende. Efter at Bohr i det følgende tiår var blevet magister, doktor, docent og professor, blev han i 1917 indvalgt i Videnskabernes Selskab. De 10 forslagsstillere om dette indvalg (fysikere, kemikere, matematikere og biologer) begrundede deres indstilling ved den række af grundlæggende arbejder inden for atomfysikken, som Bohr havde indledet med sin disputats i 1911, arbejder »som er af aldeles fundamental betydning for den videre udvikling af såvel fysikken som kemien. At professor Niels Bohr behersker matematikken som hjælpevidenskab behøver vel blot at nævnes«. Efter den første verdenskrigs ophør i 1918 begyndte den strålende periode for det institut, der var oprettet for atomfysikken under Bohrs ledelse, og i disse og de følgende år var Videnskabernes Selskab det sted, hvor Bohr regelmæssigt forelagde de nye arbejder, som voksede frem på instituttet. Talrige af disse arbejder fremkom i selskabets publikationer, deriblandt ikke blot arbejder fra Bohrs hånd, men også fra mange af de yngre forskere, som strømmede til fra mange lande og arbejdede under inspiration fra ham. Specielt kan nævnes et af hans egne hovedværker: »On the Quantum Theory of Line-Spectra I-III« 1918-22 (genoptrykt 1927).

Da selskabets hidtidige præsident, den store sprogforsker Vilhelm Thomsen, døde 1927, havde Bohr vundet en sådan stilling i selskabet, at der var et udbredt ønske om at vælge ham til præsident. En henvendelse til ham derom besvarede han imidlertid med, at han var så optaget af sit videnskabelige arbejde, at han ikke kunne påtage sig et sådant hverv. Forskellige kredse af begge klasser henvendte sig til ham i lignende anledning i 1934, men fik samme svar. Først i marts 1939, da han under et ophold i Princeton

telegrafisk blev anmodet om at modtage valg efter S. P. L. Sørensens død, gav han, ligeledes telegrafisk, et positivt svar og blev derefter enstemmigt valgt til præsident. I mellemtiden havde selskabet (i 1931) hædret ham ved, efter indstilling af Carlsbergfondets direktion, at tildele ham hovedbygningen på Gl. Carlsberg som bolig, i overensstemmelse med stifterens bestemmelser i testamentet og i fondets statutter. Her skabte Niels og Margrethe Bohr et smukt og harmonisk hjem, der blev et samlingspunkt ikke blot for familie, venner og elever, men også for vide kredse af betydelige mennesker fra ind- og udland.

Det første møde, Bohr kom til at lede som præsident, blev afholdt den 20. oktober 1939 som indledning til vintersæsonen 1939-40. Den anden verdenskrig var da i fuld udvikling, hvilket naturligvis prægede mødet. Den nye præsident indledte med nogle ord om den store betydning, som hans forgænger S. P. L. Sørensen havde haft for selskabet, og han udtalte håb for sit eget fremtidige virke, men gav også udtryk for den bekymring, man måtte nære for vort lands skæbne og for den videnskabelige virksomhed, som det er selskabets formål at værne om, og ikke mindst for det videnskabelige samarbejde mellem alle folkeslag. Ved mødet den 15. marts 1940 var Kong Christian X til stede, og præsidenten gav i sin velkomsthilsen til selskabets protektor udtryk for ønsket om, at det måtte lykkes under kongens ledelse at føre vort samfund frelst igennem den farefulde tid. Kongen udtalte sin overbevisning om, at selskabets ledelse var i gode hænder og lovede at gøre sit til ikke at forskertse den tillid, der vistest ham.

Med begivenhederne den 9. april begyndte besættelsestidens triste periode. Virkningerne for selskabet viste sig straks ved mødet den 12. april, der måtte afholdes kl. 16, da aftenmøder ikke var tilrådelige. På sæsonens sidste møde, den 10. maj, holdt Bohr selv et foredrag, eller, som det hedder i selskabets sprogbrug, »gav en meddelelse om de ved urankernes sønderdeling udslyngede fragmenter«. Således gik det nogenlunde roligt i selskabet endnu nogen tid, og i 1942 kunne Niels Bohr endda lede to møder af festlig karakter.

Mødet den 30. januar var viet mindet om Vilhelm Thomsen i anledning af 100-årsdagen for hans fødsel den 25. januar. Kongen var til stede, og professor Holger Pedersen holdt foredrag om Vilh. Thomsen. Også ved den lejlighed takkede præsidenten kongen for hvad han havde udrettet for landet. I dagens anledning gav han udtryk for den betydning, Vilh. Thomsens værk havde for vor folkearv.

Den 13. november 1942 var det Videnskabernes Selskabs 200 års stiftelsesdag. Under de forhåndenværende forhold kunne der naturligvis ikke holdes nogen fest af international karakter. Kongen lå dengang alvorligt syg efter sit fald med hesten 19. oktober, men han sendte et lykønskningstelegram, der besvaredes samme aften. En telegrafisk lykønskning indløb også fra Det Kongelige Norske Videnskabernes Selskab i Trondheim, der mindede om, at danskerne Schöning og Suhm i sin tid var medstiftere af det norske selskab. Iøvrigt fejredes mindedagen ved et møde, på hvilket der blev forelagt tre arbejder. Selskabets redaktør, professor Hammerich, forelagde Bd. 1 af selskabets historie fra dets stiftelse 1742, et righoldigt værk udarbejdet af arkivaren, Asger Lomholt. N. E. Nørlund forelagde Bd. 1 af sit store værk om Danmarks kortlægning gennem tiderne. Dette værk var særlig egnet til lejligheden, idet selskabet tidligere på dette område havde ydet en betydelig indsats, som nu gennem Nørlunds arbejde havde fået en fremragende fornyelse. Sluttelig forelagde jeg som formand for Carlsbergfondet mit just udarbejdede skrift om fondet. Der er heri gjort rede for fondets tilblivelse, for dets virksomhed som bryggeriejer, for dets økonomi, for dets vidt forgrenede administration og for dets virksomhed gennem de forskellige afdelinger.

Efter disse forelæggelser tog præsidenten ordet og sagde, at foredragene ved hver for sig at give oplysninger om væsentlige træk af selskabets historie tilsammen dannede et alsidigt billede af dets virksomhed i de 200 år, hvorved vi blev »mindet om vore ærværdige traditioner og om de mange fremragende mænd som gennem tiderne har kastet så megen glans over vort gamle selskab«. I tilslutning dertil udtalte han om selskabets stilling i vort samfund følgende, som bør gengives med hans egne ord:

»Den umiddelbare anledning til selskabets stiftelse var jo, som vi ved, kravet om løsningen af visse bestemte opgaver, der fordrede almen videnskabelig indsigt, og i det første århundrede af dets beståen, hvor der her i landet kun fandtes få organer til støtte for videnskaben og dens anvendelser, havde vort selskab i begge disse henseender en vigtig mission at udføre. Navnlig påtog det sig, ofte efter direkte opfordring fra kongemagten, varetagelsen af forskellige opgaver, blandt hvilke landets kortlægning, således som vi netop har hørt, var den største og heldigst gennemførte. Omkring midten af det forrige århundrede havde dette forhold dog væsentligt ændret sig, idet mange selvstændige danske institutioner, under hvilke de fleste af disse opgaver mere naturligt henhørte, efterhånden var vokset op. Ved

denne udvikling spillede vel ikke selskabet selv, men mange af dets ledende mænd en afgørende rolle. Jeg skal blot minde om, at det var på initiativ af H. C. Ørsted, der i hele 37 år var vort selskabs sekretær, at den polytekniske læreanstalt stiftedes, ligesom allerede tidligere grundlæggeren af landbohøjskolen, P. C. Abildgaard, i sine sidste leveår havde varetaget dette vigtige hverv inden for selskabet.

Betydningen af, at der i vort samfund stadig fandtes et centrum, om ikke så meget for videnskabelige forsknings udførelse, så dog for deres almindelige værdsættelse, kan imidlertid næppe overvurderes. Det mest slående vidnesbyrd herom er J. C. Jacobsens så smukt formulerede henvendelse til selskabet om Carlsbergfondets oprettelse, som fondets formand lige har fremdraget. Netop i denne forbindelse tænker vi også på, hvor meget det dengang betød, at videnskabelig virksomhed i dens mangeartede afskyninger på så harmonisk måde var knyttet sammen inden for vort selskab. At repræsentanter for vidt forskellige grene af videnskaben samles til vore møder og deltager i alle forhandlinger, giver vort selskab dets særlige præg. Den enestående lejlighed, som humanister og naturvidenskabsmænd derved får til at meddele hverandre, hvad de hver for sig betragter som væsentligt inden for deres forskning, udelukker en ensidighed, der ofte følger med større forhold, hvor en skarpere adskillelse af praktiske grunde har været nødvendig. Om end ikke alle kundskabs- og forskningsområder, der fortjener navn af videnskab, er repræsenteret inden for selskabet, har de forbindelser, der her knyttes, sikkert haft og har stadig en overordentlig betydning for den harmoniske udvikling af de videnskabelige bestræbelser i vort land, ja for hele kulturlivet herhjemme.

Som forholdene udviklede sig, er vort selskab tillige blevet et stedse vigtigere bindeled ved det internationale videnskabelige samarbejde. På dette område kan Danmark med rette være stolt af den af hele samfundet delte forståelse for den vigtige opgave, det her drejede sig om. Især står oprettelsen af Rask-Ørsted Fondet – ved hvilken der fra dansk side gjordes så betydningsfuld en indsats på et tidspunkt, hvor mellemfolkelige videnskabelige bestræbelser var særlig vanskelige og særlig påkrævede – som udtryk for et lykkeligt samarbejde mellem ledende personligheder fra det politiske liv og fra videnskabsmændenes kreds, der i væsentlig grad fik sine impulser netop fra forhandlingerne inden for vort selskab. Ikke alene har dette fond muliggjort en deltagelse her fra landet i det internationale videnskabelige arbejde i et omfang, der ellers næppe havde været tænkeligt, men tillige har fondets

virksomhed dannet mønster for institutioner, skabt i større lande med tilsvarende rigere midler«. Præsidenten omtalte derpå nærmere de store fremskridt, som videnskaben havde bragt gennem samarbejde i forskningen af naturen omkring os og af de menneskelige kulturer, hvorved der var vundet en dybere indsigt i vort eget væsen og vor stilling i tilværelsen. »Vor hjemlige kulturs egenart er præget af den måde, hvorpå de kulturelle rørelser, der stadig kommer fra de større samfund, hos os modtages og omdannes. Dens fortsatte beståen beror på dens livsvilje, således som det gælder både de enkelte levende væsener og samfundene, og vi har vist alle netop i en tid som denne en levende følelse af, hvor stærk en sådan vilje kan være«. Om vort selskabs fremtid ved vi kun det ene, »at vore ønskers opfyldelse er uadskilleligt forbundet med en lykkelig skæbne for vort hele samfund, ja, kan ej heller løses fra opretholdelsen af alle folkeslags samarbejde på videnskabens fremgang. Det er til disse håb, vi idag sætter vor lid«.

Præsidentens klare karakteristik af selskabets virke og dets betydning vandt genklang hos de talrigt fremmødte medlemmer, og aftenen forløb i en stilfærdig, på en vis måde festlig stemning.

Hele det følgende forår i 1943 ledede Bohr på sædvanlig måde selskabets møder. På mødet den 19. marts fremdrog han mindet om Harald Høffding, på hvis 100 års fødselsdag den 11. marts en krans var nedlagt på hans grav. Bohr forelagde en artikel »Psykologi og autobiografi«, som Høffding havde skrevet i sit sidste år til et amerikansk værk. Dette blev nu oplæst, og blev derpå trykt i selskabets »Filosofiske Meddelelser«. Sæsonen afsluttedes med mødet den 14. maj 1943.

Imidlertid skærpedes forholdet mellem befolkningen og besættelsesmagten, og i løbet af sommeren måtte Niels Bohr følge advarende røster og forlade landet med sin familie.

Det første møde i den nye sæson, den 22. oktober 1943, lededes af den ældste klasseformand, formanden for den naturvidenskabelige klasse Johs. Hjelmslev. Han indledede mødet med følgende udtalelse: »Det første ord, der i aften skal siges fra denne plads, skal give udtryk for den dybe smerte, vi alle føler ved at skulle samles til møde uden vor præsident. Vi har ikke fra præsidenten nogen direkte meddelelse til selskabet. Men vi tør have det håb, at han er i god behold. Og vi forener os alle i ønsket om, at han inden længe atter kan vende tilbage til det sæde, som han ved sin enestående indsats og position i den internationale videnskab er selvskreven til at indtage i Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab. Indtil da må vi på bedste måde,

følgende traditioner og sædvane, stræbe at føre vort selskabs virksomhed videre. Og dette skal efter vore vedtægter ske på den måde, at præsidentens hverv varetages af klasseformændene, hvilket vi agter at lade foregå således, at vi i nært samarbejde varetager de løbende forretninger og iøvrigt følger de traditionelle regler under præsidentens forfald«. På denne måde blev selskabets virksomhed opretholdt så normalt som muligt.

I foråret 1944 opstod et nyt problem. Ifølge selskabets vedtægter vælges præsidenten for et tidsrum af 5 år, hvilket betød, at Bohrs mandat var til ende i april 1944. Som formand for den historisk-filosofiske klasse skulle jeg lede mødet den 31. marts, og jeg fremsatte da på klasseformændenes vegne en erklæring af følgende indhold: Da præsidenten var bortrejst sidste efterår, blev situationen indgående drøftet, dels mellem de to klasseformænd, dels mellem disse og selskabets sekretær (professor Martin Knudsen). Der var ved disse drøftelser fuld enighed om, at selskabets ledelse burde fortsættes på en sådan måde, at følgerne af den ændrede situation blev så lidet mærkbare som muligt, og at vi indtil videre kun havde at følge forskriften i vedtægternes paragraf 10, hvori det hedder: »I præsidentens forfald overtages hans hverv af en af klasseformændene«. Det problem som nu er opstået ved udløbet af den periode, for hvilken professor Bohr er valgt som præsident, har været indgående overvejet og drøftet af de samme personer, og vi er fuldt enige om at der, sålænge præsidentens ophold i udlandet fortsættes, ikke bør foretages noget skridt, som kunne ændre selskabets forhold til dets fraværende præsident. Vi mener, at det retteste udtryk herfor vil være, at selskabet indtil videre udsætter præsidentvalget. Det står os klart, at der heri er en afvigelse fra den i vedtægterne angivne regel, men vi mener, at den er fuldt retfærdiggjort ved de herskende ekstraordinære forhold, som rækker langt udover, hvad der kunne ventes forudset ved affattelsen af vedtægterne.

En kort diskussion fulgte, og der rejstes herunder nogen formel betænkelighed ved den anvendte fortolkning af vedtægterne. På det følgende møde, den 14. april 1944, blev klasseformændenes forslag dog enstemmigt vedtaget. Vi fortsatte derpå som hidtil, dog således at Hjelmslev havde ledelsen resten af året 1944, medens jeg overtog ledelsen i foråret 1945. Jeg ledede således sæsonens sidste møde, der ligesom krigstidens andre møder holdtes om eftermiddagen. Det var den 4. maj, og næppe var mødet afsluttet, før sirenerne, der plejede at varsle flyvertogter, lød. Men ingen ænsede dem, folk færdedes roligt på gaderne. Der var en almindelig fornemmelse af opløsning i

besættelsehæren, og bekræftelsen deraf kom kort efter i aftenens radio ved budskabet om krigshandlingens ophør.

I slutningen af august var professor Bohr hjemme igen. Selskabet sendte ham en blomsterdekoration, og klasseformændene sammen med sekretæren aflagde et besøg i hans bolig på Carlsberg for at byde ham velkommen og afgive beretning om, hvorledes selskabets virksomhed var bleven fortsat under hans fraværelse. Herunder hørte meddelelsen om udsættelsen af præsidentvalget i foråret 1944 og begrundelsen derfor. Niels Bohr stod altså stadig som præsident, og den midlertidige ordning var ophørt ved hans hjemkomst. Der forestod da nu en genoptagelse af præsidentvalget, og de fremmødte repræsentanter for selskabet anmodede Niels Bohr om at måtte stille forslag om genvalg. Bohr udbad sig en uges betænkningstid, og meddelte derefter, at han under normale forhold ved udløbet af sin valgperiode ville have foreslået valg af et medlem af den historisk-filosofiske klasse. Han forstod, at man af hensyn til de herskende forhold havde udsat valget og var, som sagen lå ved hans hjemkomst, villig til at lade sig genvælge for indeværende periode, hvis selskabet ville betro ham dette hverv.

På et ekstraordinært møde den 21. september 1945 refererede Hjelmlev som mødets leder, hvad der således var sket, og Niels Bohr blev enstemmigt genvalgt som præsident efter forslag af klasseformændene og sekretæren.

Det første møde som holdtes derefter, var et festligt møde den 5. oktober i anledning af præsidentens 60 års fødselsdag den 7. oktober. Medlemmerne var samlet, da præsidenten ankom med sin frue, og Hjelmlev, der endnu engang var mødets leder, modtog ham med velkomstord, der tolkede selskabets glæde over atter at have sin præsident hos sig. Han meddelte, at kongen havde beklaget, at han ikke kunne deltage, og oplæste derpå en adresse, underskrevet af samtlige medlemmer. Adressen gav udtryk for beundring for de ideer og opdagelser, ved hvilke Niels Bohr var trængt ind i naturens dybeste hemmeligheder og havde skabt ukendte muligheder for udforskningen af de mest fundamentale grundlove for menneskelig tænkning. Derved blev han også vejleder og rådgiver ved de arbejder, »der i de seneste tider har udløst energikilder af en så gigantisk vælde, at menneskene derved må gribes af angst og må samle sig om det håb, som De selv nylig gav udtryk for: at de rette veje må findes til, at videnskaben, der gennem tiderne har stået som et af de stærkeste vidnesbyrd om de fremskridt, der kan nås ved fælles menneskelige bestræbelser, netop ved den seneste belæring om sammenholdets nødvendighed vil bidrage afgørende til et harmo-

nisk samliv mellem folkeslagene. Vi slutter os til dette håb i tillid til, at netop De vil få lykke til at øve en afgørende indsats for dette formål«.

Efter oplæsning af adressen, hvis hovedpunkter her er refereret, udtalte jeg som formand for Carlsbergfondets direktion følgende: »Som et varigt udtryk for den højagtelse og taknemmelighed, der fra dansk videnskabs side skyldes professor Niels Bohr for hans enestående indsats i den videnskabelige forskning, har Carlsbergfondets direktion besluttet at stille en sum af 100.000 kr. til rådighed for oprettelsen af et legat, der skal bære professor Bohrs navn, og som skal tjene til støtte for forskningen inden for et område, som han selv vil bestemme. Legatet tænkes administreret af Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab efter en fundats, som udarbejdes efter professor Bohrs ønske, dog således at han selv forudsættes at ville disponere over legatet efter dets formål, sålænge han lever.

Carlsbergfondets direktion har endvidere besluttet at stille det nødvendige beløb til rådighed til fremstilling af et maleri af professor Niels Bohr, for at dette kan blive ophængt i selskabets lokaler«.

Niels Bohr takkede for de fremsatte ord og tilsagn og holdt derpå et foredrag »Oversigt over de tidligere atomundersøgelser«, og aftenen sluttede med en souper. I anledning af fødselsdagen udsendtes til ære for præsidenten et særligt bind af Matematisk-fysiske Meddelelser, hvoraf et smukt indbundet eksemplar sendtes til kongen.

Til Niels Bohrs legatets oprettelse bidrog foruden Carlsbergfondet en række danske virksomheder, og den samlede legatsum blev på 400.000 kr. En komité udarbejdede i samråd med Niels Bohr en fundats, der fulgte de i Carlsbergfondets udtalelse angivne regler, og i mødet 30. november 1945 gav selskabet sin godkendelse af fundatsen og påtog sig legatets administration. Dette legat blev straks taget i anvendelse. Derimod blev fremstillingen af et maleri først virkeliggjort i 1958 af den norske maler Henrik Sørensen, en gammel ven af Niels Bohr, som i den anledning tilbragte nogen tid i København.

Den 20. april 1947 døde Kong Christian X. Kongen, selskabets protektor, havde altid vist selskabet stor interesse og havde ofte deltaget i dets møder, også under besættelsen. Efter besættelsens ophør den 5. maj 1945 havde selskabet sendt kongen en blomsterdekoration, og på kongens 75 års fødselsdag 26. september 1945 sendte selskabet Hans Majestæt en adresse. I mødet den 25. april 1947 gav præsidenten en kort skildring af Christian den Xdes virke og hans forhold til selskabet og bebudede et særligt møde til

minde om ham. Dette møde fandt sted den 17. oktober samme år. I dette møde deltog for første gang Kong Frederik IX. Præsidenten takkede kongen fordi han havde villet vise selskabet den ære og støtte at være dets protektor og derved havde fulgt en tradition fra selskabets stiftelse under Christian VI; særligt omtalte præsidenten den store interesse, som Christian X havde vist selskabet, og den sorg, hans bortgang havde voldt.

Kongen takkede præsidenten for de ord, han havde henvendt til ham og udtalte, at han med glæde havde overtaget protektoratet for selskabet. Kongen meddelte endvidere, at han samme dag havde tildelt selskabets præsident Elefantordenen. Det var hensigten dermed ikke blot at udmærke Niels Bohr personlig, men tillige at hædre dansk videnskab, for hvilken Niels Bohr var så ypperlig en repræsentant. Kongen anmodede medlemmerne om at rejse sig og hylde Niels Bohr, der havde kastet glans over Danmarks navn.

Efter at præsidenten havde takket kongen og udtalt håbet om, at det skulle lykkes selskabet at videreføre dets minderige traditioner til fremme for videnskaben og til gavn for vort land, gav han ordet til professor Knud Fabricius, som derpå holdt et foredrag: »Træk af Christian den Tiendes Kongegeving«. Præsidenten afsluttede med en henvendelse til kongen, hvorunder han udtalte, at videnskabsmandens kald ligger statens styrelse fjernt, men videnskabens trivsel er af væsentlig betydning for samfundets liv, og civilisationens fortsatte beståen vil kræve et samarbejde mellem alle folkeslagene i gensidig tillid. »På denne baggrund og i denne ånd skal vi efter beskeden evne bestræbe os for, at Deres Majestæt må finde glæde og tilfredsstillelse af den traditionsrige forbindelse mellem monarken og Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab«.

En mindededag som måtte berøre Videnskabernes Selskab var Carlsbergbryggeriernes 100-års jubilæum 10. november 1947. Det fejredes med en stor fest på Carlsberg, ved hvilken kongen og talrige repræsentanter for regering og erhvervsliv var til stede. Præsidenten affattede til denne lejlighed en adresse, som hyldede J. C. Jacobsen for hans indsats i industrien ved at anvende videnskabens metoder og for den afgørende betydning han fik for åndslivet ved stiftelsen af Carlsbergfondet, som han knyttede nær til Videnskabernes Selskab.

Under genopbygningen efter krigen var der overalt i landene en stærk følelse af den betydning, det ville have for fornyelsen at gøre det videnskabelige arbejde mere intensivt, og at dette måtte ske gennem samarbejde mellem folkene. Atomfysikkens rivende udvikling og dens muligheder på godt

og ondt havde sikkert bidraget til denne erkendelse. Allerede i juni 1945, før Niels Bohrs hjemkomst, fik selskabet besøg af den fremragende engelske fysiolog A. V. Hill, der som repræsentant for Royal Society i London skulle genoprette kontakten mellem selskaberne. Der drøftedes problemer om samarbejdet, udveksling af publikationer udgivne under krigen, indkøb af instrumenter o. a., og professor Hill meddelte at Royal Society af Sir Horace Darwins fond ville overlade selskabet 750£ til indkøb af instrumenter i England. Efter præsidentens hjemkomst blev på hans forslag to medlemmer sendt til England for at forberede sagen. I juli 1946 deltog præsidenten sammen med tre andre medlemmer i Royal Society's festligheder i anledning af 300-året for Newtons fødsel.

Det internationale samarbejde var for Niels Bohr ikke blot en praktisk ordning til videnskabens fremme, men også et etisk krav, som skulle tjene til at forene folkene og standse de stadige ødelæggende krige. Hans stilling i atomfysikken gjorde spørgsmålet brændende for ham, og han virkede utrætteligt for denne sag til det sidste. Dette kom også til at præge hans virke i selskabet.

Da UNESCO blev oprettet og en nationalkommission nedsat for denne i Danmark, overtog Niels Bohr på selskabets vegne hvervet som rådgiver for den. Ofte repræsenterede han selskabet på internationale møder, han foretog efter indbydelse en mængde rejser for at holde foredrag eller modtage udmærkelser, hyppigst til Amerika, men han besøgte også Sovjetunionen, og fra oktober 1949 til maj 1950 var han på rejse. Hele hans hjemlige arbejde var for så vidt internationalt, som han stadig var omgivet i sit institut af studerende fra mange forskellige lande. I hans foredrag blev vi gjort bekendt med deres medvirken ved hans arbejde, og mange af dem publicerede resultatet af deres studier i selskabets publikationer.

Den voksende interesse for videnskaben, som bredte sig herhjemme, fandt tilslutning i regeringen, idet den daværende undervisningsminister, professor Flemming Hvidberg, tog et vigtigt initiativ i 1946 gennem nedsættelsen af en kommission til undersøgelse af kårene inden for videnskaben. Efter at kommissionen først havde beskæftiget sig med de højere læreanstalter og bibliotekerne, rejste sig spørgsmålet om en ny støtte fra staten til den videnskabelige forskning. I denne situation greb Niels Bohr ind ved en tale i radioen den 18. januar 1951, hvori han omtalte videnskabens betydning for folkenes levevilkår og deres kultur, og hvori han mindede om de store traditioner videnskaben har her i landet. På dette grundlag måtte det anses for

nødvendigt, at vi her som i andre lande uden nølen stillede forøgede midler til rådighed for forskningen til uddybelse af vor viden om naturen og menneskelivet og til udnyttelsen af videnskabens resultater til samfundets tarv.

På et møde i selskabet den påfølgende aften, den 19. januar, foreslog præsidenten at selskabet skulle tage et initiativ i denne sag ved en henvendelse til regeringen. Under diskussionen herom udtalte jeg, at Carlsbergfondets indtægter stadig forøgedes ved udbyttet fra bryggeriet og gennem stigningen af formuen ved den årlige henlæggelse af en del af indtægterne, men at pengenes synkende værdi hindrede fondet i fremtidig at kunne tilfredsstille alle krav som tidligere, og at det derfor var ønskeligt, at staten i højere grad bidrog til forskningen. Det vedtoges enstemmigt, at en henvendelse derom til regeringen skulle foretages af præsidenten og sekretæren (professor Jakob Nielsen). En skrivelse, dateret 25. januar 1951 blev i overensstemmelse dermed overrakt minister Hvidberg. Skrivelsen holdt sig nær til Niels Bohrs radiotale, hvortil der henvistes, og til udtalelser som var faldet på ovennævnte møde. Den blev oplæst i selskabets næste møde den 2. februar og er trykt i dets »oversigts« referat af mødet.

Sammen med præsidenten og sekretæren havde jeg lejlighed til at føre flere samtaler med minister Hvidberg, som overgav sagen til Videnskabskommissionen, gennem hvilken reglerne udformedes for »Statens almindelige Videnskabsfond«, hvis tilblivelse blev et af kommissionens vigtigste resultater. Selskabet kunne naturligvis kun udtale sig på »grundvidenskaberne« vegne, som det repræsenterede, hvilket også var fremhævet i dets skrivelse, hvori der henvistes til andre instanser for de »anvendte videnskaber«, som iøvrigt var repræsenteret i kommissionen. Men det kan næppe betvivles, at Bohrs indsats, der støttedes af selskabet, havde sin betydning for det lykkelige forløb af denne sag.

Selskabets vedtægter var siden dets stiftelse flere gange blevet ændret i enkeltheder uden væsentlig ændring af dets karakter. I Bohrs præsidenttid indførtes 1947 nogle ændringer angående medlemstallet og valgmåden. Det normale antal blev for den historisk-filosofiske klasse 36 (efter 1938: 30), for den naturvidenskabelig-matematiske 48 (i stedet for 40). I maj 1954 nedsattes et udvalg på 12 medlemmer til påny at overveje antallet af indenlandske medlemmer. I oktober 1954 vedtoges en ændring, der satte normal-tallene i klasserne til 40 og 60 og bragte en ny ændring i valgmåden. En mindre ændring i valgmåden indførtes 1956. I november 1960 fornyedes vedtægtsudvalget ved nye medlemmer, og i det følgende år holdtes der en

lang række møder, i hvilke alle bestemmelser i vedtægterne og forretningsordenen blev grundigt drøftet. Normaltallet for medlemmer blev nu henholdsvis 40 og 80. Den 26. januar 1962 blev vedtægterne, og 11. maj s. å. forretningsordenen i deres fornyede skikkelse vedtaget og derpå trykt.

Under det mangeårige møjsommelige arbejde med de for selskabet gældende regler var præsidenten en interesseret og omhyggelig leder. Også tanker om nye opgaver for selskabet tog han op til overvejelse, og han anmodede medlemmerne om at fremsætte forslag, hvis de havde sådanne i tanke. Et forslag i foråret 1949 om at støtte symposier henviste han til nærmere overvejelse i efteråret, men det blev ikke taget op på grund af hans rejse til England og Amerika. Dog vedblev han at beskæftige sig med sådanne spørgsmål, men han fandt ikke nogen plan, som kunne tilfredsstille ham. Hovedsagen for ham var det, som står i vedtægternes første paragraf og som også i lignende selskaber er det væsentlige formål: at medlemmerne forelægger hinanden deres videnskabelige arbejder, publicerer dem og oprettholder internationalt samarbejde.

Selv vedblev Niels Bohr jævnligt at holde foredrag. Disse var altid meget nøje gennemarbejdede, selv de medlemmer hvis fag lå fjernt fra hans kunne fornemme foreningen af vision og logisk tænkning, den skabende videnskabs kendemærke, som virkede inspirerende.

Den 8. april 1949 genvalgtes Bohr enstemmigt som præsident. Da den femårige periode igen var ved at udløbe i april 1954, modtog selskabet et brev fra præsidenten, der var bortrejst. Han skrev heri, at den opfattelse undertiden var kommet til orde, at der ved valg af præsident efter hver fem års periode burde skiftes mellem medlemmer af de to klasser. Ved udløbet af hver af de to foregående fem års perioder havde han derfor henstillet, at der valgtes et medlem af den historisk-filosofiske klasse. Ved begge lejligheder henvistes der fra selskabets side til, at der forelå særlige omstændigheder, som gjorde det uønskeligt at skifte præsident, og han fandt det da rigtigst at modtage genvalg. Da sådanne omstændigheder ikke nu kunne ses at foreligge, henstillede han »at spørgsmålet om en skiften mellem selskabets klasser påny gøres til genstand for overvejelse i forbindelse med de forestående forhandlinger om valg af præsident«.

På mødet den 9. april, der lededes af den naturvidenskabelig-matematiske klasses formand, Øjvind Winge, foreslog jeg genvalg af Niels Bohr, hvorpå hans brev blev læst op. Der blev nu henvist til, at Bohr havde ønsket at stille selskabet frit, og at intet tydede på, at han var uvillig til at modtage genvalg,

hvis selskabet ikke ønskede at ændre sin praksis. Og det var af stor betydning at have en præsident med Niels Bohrs autoritet. Selskabet valgte da enstemmigt Niels Bohr, idet det samtidig vedtog, at det ikke ønskede at ændre sin praksis ved præsidentvalg. Dette bøjede Bohr sig for.

Den 7. oktober 1955 fyldte Niels Bohr 70 år. I den anledning holdtes et festligt møde den 14. oktober, ved hvilket Hans Majestæt Kongen var til stede. Præsidenten takkede kongen for hans deltagelse og for hans støtte af selskabet. Kongen meddelte, at han havde tildelt præsidenten Storkorset af Dannebrog med bryststjernen i diamanter, og på kongens opfordring hylkede selskabet præsidenten ved at rejse sig. De to klasseformænd fremførte klassernes lykønskning, og sekretæren oplæste fortalen til et af selskabet udgivet festskrift med bidrag fra 15 danske og udenlandske medlemmer. Et smukt indbundet eksemplar overrakte præsidenten, der takkede og derpå holdt et foredrag om »Atomerne og den menneskelige Erkendelse«, som siden tryktes i årets »oversigt«. Efter at kongen havde taget afsked, efterfulgtes mødet, hvori fru Margrethe Bohr deltog, med en souper, hvorunder L. L. Hammerich og den norske fhv. rigsantikvar Harry Fett talte for præsidenten.

I mødet den 3. april 1959 valgtes Niels Bohr for sidste gang til selskabets præsident for en periode af fem år, men denne periode fik en brat afbrydelse ved hans uventede død den 18. november 1962. Niels Bohrs død måtte af selskabet føles som et uerstatteligt tab. Hans enestående autoritet gav selskabet styrke, han tog sig som den naturlige leder af alle dets anliggender, han virkede inspirerende ikke blot ved sine foredrag, men også ved den levende interesse han viste for tanker og synspunkter, der fremførtes af medlemmerne som bidrag til den fælles stræben efter at udvide vor erkendelse. Han har i selskabet efterladt sig et uforglemmeligt minde.

Selskabet modtog talrige kondolencetelegrammer fra beslægtede institutioner i mange lande i og uden for Europa. Den 14. december afholdt selskabet et møde til hans minde, hvori Deres Majestæter Kongen og Dronningen deltog tillige med fru Margrethe Bohr og de fire sønner med deres hustruer. Der blev her holdt foredrag dels om Bohrs indsats i den fysiske videnskab, dels om hans betydning for filosofien og endelig om hans forhold til selskabet. Senere på aftenen var der en friere sammenkomst, ved hvilken personlige minder blev fremdraget. En rig epoke i selskabets historie var afsluttet.

Niels Bohr og Risø

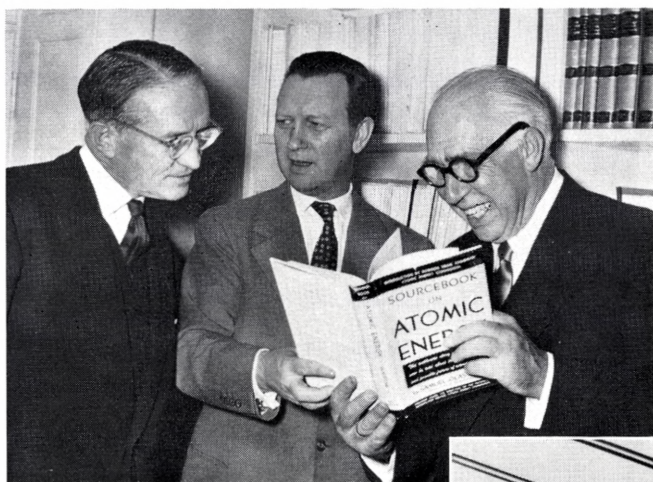
Af Viggo Kampmann

Det må have været lidt hen på efteråret 1954, at jeg i mørkningstimen fra finansministeriet blev kaldt ned til Hedtoft i statsministeriet. Hans Hedtoft havde det med ret hurtigt at ville se sine ministre, når der var noget han ville tale med dem om, og jeg begav mig straks på vej gennem de lange, mørke og lidt indviklede korridorer. Da jeg kom ind i statsministerens kontor sad Niels Bohr og han under lampen ved det lille samtalebord, og jeg blev opfordret til at tage plads på det, som jeg senere kaldte forundringsstolen, men som vel snarere burde have heddet forventningsstolen, selvom det ikke altid var med de største forventninger, at folk blev anbragt der eller noget tøvende tog plads.

På det tidspunkt havde jeg kun mere tilfældigt truffet Niels Bohr, og vi havde aldrig haft længere meningsudvekslinger, men jeg vidste, at han fra tiden særlig før udsendelsen af det åbne brev i juni 1950, havde haft hyppig kontakt med Hedtoft og H. C. Hansen og ligeledes med Tage Erlander, og Hedtoft havde en enkelt gang betroet mig, at det krævede nogen tålmod at tale med Niels Bohr, og det var en vare, som de fleste ret hurtigt får opbrugt som statsministre. Nu var det den fredelige udnyttelse af atomenergien, som det gjaldt, og Hedtoft ønskede, at jeg skulle interessere mig for sagen.

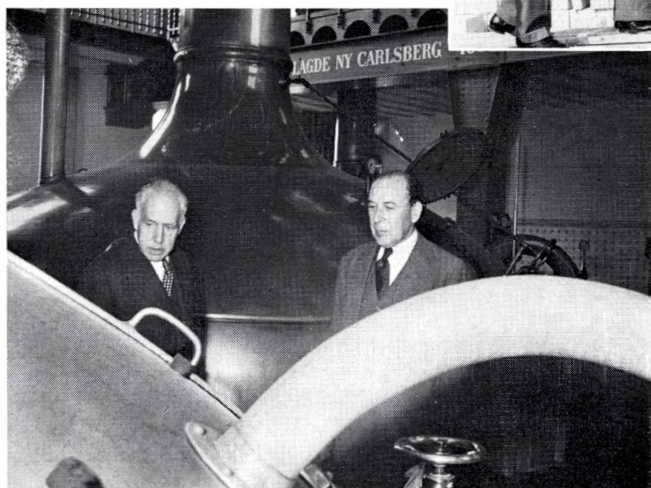
Det kom ikke helt pludseligt, at vi også herhjemme snart måtte til at tage stilling til om og hvordan vi ville deltage i arbejdet med den fredelige udnyttelse af atomenergien. Akademiet for de tekniske videnskaber havde allerede i begyndelsen af året, 23. februar 1954, nedsat et særligt atomenergiudvalg med Bohr som formand og blandt andre professorerne Robert Henriksen og Jacobsen som medlemmer, og Bohr mente, at tiden nu var ved at være inde til at kontakte regeringen om hele spørgsmålet. Baggrunden for den konkrete henvendelse, og det der bestemte, at man nu måtte tage en beslutning, var en meddelelse fra Sir John Cockcroft, Niels Bohrs gamle ven, om, at der nu kunne stilles beriget uran til rådighed fra engelsk side, men en aftale herom ville givet kræve dansk regeringsbistand.

Også F.N.s resolution om oprettelsen af International Atomic Energy

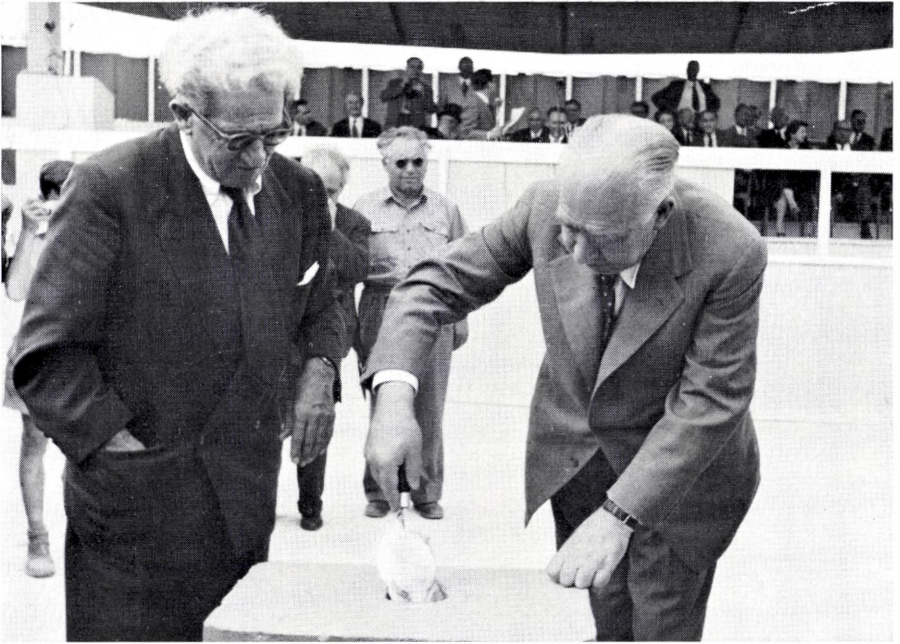


En stor samling faglitteratur blev i 1953 overdraget som gave fra den amerikanske til den danske atomenergikommission. Til stede ved overdragelsen var ambassadør Robert Coe og stats- og udenrigsminister H. C. Hansen.

Under bygningen af Atomenergikommissionens forsøgsanlæg på Risø fulgte Niels Bohr nøje arbejdets fremgang. Her står han på byggepladsen sammen med fysikerne J. C. Jacobsen og Ebbe Rasmussen



Under krigen fik Niels Bohr nær forbindelse med Sir John Anderson (den senere Lord Waverley), der dengang var Englands finansminister og leder af det engelske atomprojekt. Nogle år efter krigen kom han til København og ses her under et besøg på Carlsberg bryggerierne



Under sit ophold ved Weizmann-Instituttet i Rehovoth i 1953 deltog Niels Bohr i nedlæggelsen af grundstenen til det fysiske laboratorium



Fhv. statsminister Viggo Kampmann betragter en buste af Niels Bohr, modelleret af billedhuggeren Harald Isenstein og opstillet på Weizmann-Instituttet

Agency (IAEA) i begyndelsen af december 1954 og afholdelsen af den første Genèvekonference om fredelig udnyttelse af atomenergien gjorde det ønskeligt at få klaret, hvem der skulle repræsentere Danmark i hele det internationale arbejde, som måtte komme, og med hvilken baggrund man skulle deltage i dette samarbejde. I en række samtaler satte Niels Bohr mig efterhånden ind i nogle af de problemer, som vi stod overfor, men før jeg kunne forelægge nogle planer for regeringen, døde Hans Hedtoft i slutningen af januar 1955.

Niels Bohr satte sig dog hurtigt i forbindelse med den nye statsminister, der også som udenrigsminister var orienteret om en række af de internationale atomspørgsmål, og det blev besluttet at nedsætte en foreløbig atomenergikommission, der fik som opgave at forberede en aktiv dansk indsats for udnyttelsen af atomenergien til samfundets tarv. Kommissionen blev nedsat af finansministeren efter aftale med stats- og udenrigsministeren.

I kommissionen indtrådte repræsentanter for erhvervslivet og videnskaben, og Niels Bohr blev som en selvfølge dens formand, og det er ikke for meget sagt, at Niels Bohr brugte en ikke uvæsentlig del af sine sidste 10 leveår til at få sat skik på arbejdet med den fredelige udnyttelse af atomenergien i Danmark. Fra regeringens side var der en naturlig taknemmelighed over, at man på denne måde kunne drage nytte af Niels Bohrs vidtstrakte berømmelse og næsten utallige kontakter verden over, og først eftertiden vil til fulde kunne vurdere værdien heraf for Danmark. For Niels Bohr var det lige så naturligt at ønske arbejdet med atomenergiens fredelige udnyttelse fremmet også i sit eget land, alle bestræbelserne lå ligesom i fortsættelse af hele det aktive virke bag udsendelsen af det åbne brev. Atomenergien behøvede ikke at blive brugt til atombomber, og fredelig udnyttet kunne den blive til uoverskuelig nytte for menneskeheden i kommende århundreder, og særlig vort kraftproblem måtte ses i dette perspektiv.

Med nedsættelsen af den foreløbige kommission var regeringens principielle beslutning truffet. Danmark måtte træde ind i dette arbejde, og det gjaldt nu om at finde passende former, hvori arbejdet kunne trives og at opnå politisk tilslutning og baggrund for hele virksomheden. Den foreløbige kommissions opgaver blev hurtigt den dobbelte at forberede alt dette og samtidig være rådgivende for skiftende regeringer i de tilfælde, hvor der på grund af begivenhedernes hurtige udvikling måtte træffes beslutninger med det samme, hvis man ikke skulle forskertse sine muligheder.

Gennem en ansøgning til finansudvalget om en foreløbig bevilling til kom-

missionsarbejdet på 2 millioner kroner sikrede man sig inden udgangen af finansåret 1954/55 bevillingsmyndighedernes tilslutning til det forberedende arbejde, og allerede i slutningen af april 1955 anmodede Niels Bohr efter at have orienteret sig om mulighederne for engelsk og amerikansk bistand statsministeren om principiel tilslutning til at kunne indgå samarbejdsaftaler med disse lande med henblik på bygning og drift af forsøgsreaktorer her i landet. Da sådanne aftaler ville betyde store anlægs- og driftsudgifter fandt H. C. Hansen det nødvendigt at søge orientering hos de politiske partier om deres syn på hele sagen, og i maj indkaldtes til et møde med repræsentanter for de i finansudvalget repræsenterede partier.

Det var svært at tage stilling til sagen. Den var forberedt så godt den kunne være det, og alle tilgængelige oplysninger blev forelagt, men der var tvivl både om tidspunktet var det rette, om hvor meget Danmark skulle ofre på denne sag og særlig om en del af arbejdet ikke kunne udføres i nordisk eller internationalt samvirke, således at vi på den måde kunne få del både i måske mere omfattende resultater og på en billigere måde. Alt-sammen spørgsmål der i den efterfølgende tid gik igen i den offentlige drøftelse af vor stilling. Med hensyn til tidspunktet var det afgørende, at vi nu kunne få den nødvendige berigede uran. Vi havde altså ikke kunnet gå i gang før, og hvis man ville gøre en indsats var det svært at opstille argumenter for at vente. En indsats kunne ikke foretages med udbytte uden reaktorer til at drive forsøg med, og sådanne kunne ikke bygges uden bistand udefra, som nu på gode vilkår kunne opnås. Endelig var der overvejende tilslutning til det synspunkt, at man nok kunne lære noget fra udlandet, men ikke uden at yde noget til gengæld, og at egne erfaringer på en lang række områder så langt var at foretrække. Der blev da givet tilslutning enten udfra overbevisning om, at det var rigtigt nu at tage dette initiativ eller som det under mødet blev sagt udfra det ræsonnement, at det var næsten umuligt at tage ansvaret for at lade være.

Hele mødets forløb kunne dog ikke lade være at give et ret stærkt indtryk af, hvor forskelligt videnskabsmænd og politikere ser på slige intrikate spørgsmål, og hvor forskellig vægt der tillægges de momenter, som indgår i en sådan sags afgørelse. Det drejer sig ikke her om partipolitiske forskelligheder, selvom sådanne altid gør sig gældende særlig mellem regerings- og oppositionspartier, men snarere om manglende indsigt i hinandens forestillingsverden, og det er vel tvivlsomt om forholdene er blevet så meget bedre siden. Videnskabsmænd og erhvervenes repræsentanter har naturligt også ofte et

divergerende syn på de herhenhørende problemer, men det er ligesom lettere udfra disse drøftelser at finde frem til de bagved liggende motiver. De efterfølgende års diskussioner omkring Risø skulle give nye eksempler på disse forhold, som Niels Bohr over for mig en gang efter at have overværet en forhandling i folketinget søgte at karakterisere med bemærkningen, at videnskabsmænd diskuterede for at blive enige eller dog enige om, hvad de var uenige om, medens formålet for de politiske drøftelser for den udenforstående en gang imellem syntes at være at nå frem til størst mulig uenighed.

I begyndelsen af juni blev der herefter indgået aftale med United Kingdom Atomic Energy Authority og US Atomic Energy Commission om et samarbejde og næsten samtidig tog kommissionen initiativet til efterforskning af uran og thorium i Grønland, et arbejde der lige siden på forskellig vis har været fulgt op. Det kan tages som eksempel på Niels Bohrs store interesse også for denne side af kommissionens virke, at han i sommeren 1957 aflagde besøg på Grønland for ved selvsyn at sætte sig nærmere ind i de mange problemer, der er knyttet til denne på længere sigt meget betydningsfulde undersøgelse, der måske også kan tages som eksempel på noget, der burde være iværksat ganske uafhængigt af de hjemlige bestræbelser, men som der først kom gang i på kommissionens initiativ.

I slutningen af august deltog repræsentanter for kommissionen med Niels Bohr i spidsen i den første konference under F.N. i Genève om atomenergiens fredelige udnyttelse, og efter hjemkomsten begynder rigtig arbejdet med at finde en placering til den nye forsøgsstation. Niels Bohr gik op heri med samme utrættelige iver som altid, når han tog sig noget på. Han studerede kortet over Sjælland for at finde en ø, halvø eller et næs, som kunne bruges til formålet og kørte rundt forsigtigt og tilbageholdende og beskuede lokaliteterne. For den sags skyld kunne anlægget godt placeres ved bebyggelse, da risikoen nok var ny og anderledes, men vel ikke meget større end ved gasværker og mange andre industrielle foretagender. Det ville dog være rart at have plads til en omkringliggende sikkerhedszone for enhver eventuel skyld også til forventede udvidelser, ligesom adgang til sejlbart vand var praktisk bl. a. af hensyn til spildevandsanlæg. Endelig skulle stedet helst ikke være for langt fra hovedstaden, hvor så mange af de kommende medarbejdere havde hjemme.

Et godt sted nede ved Vordingborg blev holdt i reserve, selvom det ville have været svært at erhverve uden ekspropriation, og et velegnet areal på sydspidsen af Amager måtte forkastes af tekniske grunde. Bohr var da også

helt lykkelig, da han en dag kom op i finansministeriet og fortalte om sit fund ved Risø, ikke Reersø, som jeg først troede og senere fik nok at høre om. Efter at have set på stedet måtte også jeg indrømme, at det kunne blive særdeles velegnet, og der var noget tiltalende ved en så smuk placering i landskabelig henseende og historisk med udsigt til domkirken i den gamle bispeby, der jo nu også får sine vikingskibe. Sagen blev hurtigt fremmet, og i slutningen af oktober gav finansudvalget tilslutning til købet af de centrale arealer ved Risø.

Samtidig foregik i den foreløbige kommission og mellem dennes repræsentanter og finansministeriet en lang række drøftelser om, hvorledes hele arbejdet skulle organiseres på længere sigt. Der var mange hensyn at tage, og Niels Bohr gik ikke let hen herover, tværtimod satte han sig omhyggeligt ind i alle små og store problemer og gennemdrøftede i timelange samtaler enhver foreliggende mulighed. Der var blandt næsten alle enighed om at bevare en kommission som det centrale led i en administration og at lade de interesserede blive repræsenteret i denne, men to vanskeligheder tårnede snart op, nemlig kommissionens størrelse og dermed handledygtighed, samt hvem der skulle have ledelsen af den daglige administration.

For ikke at få et alt for uformeligt apparat endte det med, at de videnskabelige, tekniske og samfundsmæssige interesser skulle have sæde i kommissionen, dog ikke egentlige politiske repræsentanter, og at administrationens folk skulle sidde i et parallelt kontaktudvalg. Det var en fornuftig løsning, men den har dog gennem årene nogle gange haft den virkning, at forståelsen for kommissionens arbejde har været lidt større blandt de i selve kommissionen repræsenterede end hos de udenforstående. Kommissionens medlemstal blev alligevel ret stort, og der blev da foreslået nedsat et forretningsudvalg, der skulle varetage de daglige opgaver og ved at gøre departementschef H. H. Koch til formand for dette løste man også problemet om den administrative ledelse, et spørgsmål som særlig elværkernes repræsentanter var meget interesseret i. Niels Bohr blev selvfølgelig kommissionens formand og som deltager i forretningsudvalgets møder tog han del i opbygningsarbejdet og stationens igangsættelse samt alle drøftelser om dens drift og programlægning lige til sin død. Særlig i alle forhandlinger over for udlandet var han en uerstattelig medarbejder, og det var en lykke, at han i så mange år fik lov til at sætte sit præg på hele dette nye foretagende.

Forslaget til Lov om atomenergi blev forelagt i november 1955, nøjagtig eet år efter det første møde mellem Hedtoft, Bohr og finansministeren, som

fik lov at forelægge forslaget og i resten af sin ministertid at være med i arbejdet. Forslaget fik det man kalder en let gang gennem tinget og blev stadfæstet umiddelbart før jul. Der var kun ubetydelige ændringer udover at folketinget besluttede at nedsætte et udvalg, som kommissionen kunne aflægge rapport til årligt og iøvrigt drøfte alle relevante spørgsmål med. En løsning for samarbejdet med politikerne, som kommissionen og Niels Bohr var meget glade for. Folketinget nedsatte det første udvalg i marts 1956 og ved besøg på Risø under bygningsperioden og senere samt gennem de årlige beretninger er kontakten vedligeholdt med de politiske repræsentanter.

Det tog en måneds tid at få alle formaliteterne ved den nu lovfæstede kommission i orden, men inden udgangen af januar 1956 var alle medlemmer af kommission og forretningsudvalg udpeget, og den nye kommissions første møde kunne holdes den 13. februar 1956. Den lovfæstede kommission overtog iøvrigt ganske automatisk den foreløbige kommissions arbejde, og Niels Bohr, som havde måttet bruge megen tid i forbindelse med organisationen af kommissionsarbejdet, gik nu med fornyet kraft ind i alle de problemer, der meldte sig samtidig med at forsøgsstationen skulle rejses på den nøgne grund ude ved Risø.

Særlig i den brede offentlighed var anlægget af Risø og de mange penge, som det ville koste, motiveret med, at man på den måde ville kunne løse det danske kraftproblem og måske endog på en billig måde. Denne opfattelse er stadig fremherskende mange steder, og det kommer blandt andet til udtryk på den måde, at hver gang det heldigvis viser sig, at vi kan producere mere og billigere kraft på den traditionelle måde, rejses spørgsmålet om nødvendigheden og betimeligheden af den store indsats økonomisk og personelt, som Risø ganske givet er for det danske samfund. Niels Bohr var ofte noget bekymret over denne lidt håndfaste og ikke helt præcise måde at anskue problemerne omkring den fredelige udnyttelse af atomenergien på, og atomenergikommissionen påbegyndte da heller ikke sit arbejde udfra så enkel en forudsætning.

På det første møde blev det tværtimod fremhævet, at hensynet til vor fremtidige energiforsyning vel næppe kan siges at være den altafgørende forudsætning for, at vi går ind i arbejdet med den fredelige udnyttelse af atomenergien, der må være andre vigtige grunde der taler herfor. Mange tænker i denne forbindelse på alle de andre felter, hvor et dyberegående kendskab til kernefysiken kan få praktisk betydning, og som selvfølgelig også er taget op på Risø. Meget afgørende for Bohr var det at bidrage til at megen af

mystikken og frygten omkring den nye viden kunne blive fjernet ikke ved at bagatellisere færemomenterne, men ved åben oplysning om tingene, større indsigt i problemerne og efterhånden at nå frem til en sådan anvendelse i hverdagen af de store teoretiske fremskridt at et mere balanceret syn på alle disse forhold kunne opnås.

Ved hjælp af Risø har vi kunnet uddanne og fastholde en så betydelig stab af teknikere og sagkyndige, at vi står langt bedre rustet til hele dette arbejde. Det har naturligvis også betydet, at den mangel på højt uddannede teknikere og videnskabsmænd, som har præget vort samfund i disse år, er blevet tilregnet Risø, hvilket mildt sagt må siges at være ensbetydende med at stille tingene på hovedet, da vi uden Risø ville have været langt værre stillet, og det kan måske bedst belyses, hvis man prøver at forestille sig dansk videnskabs stude inden for den teoretiske fysik og i det hele taget, hvis Niels Bohr i sine yngre dage havde sagt ja til et af de mange tilbud om større og bedre vilkår i det fremmede.

I sommeren 1956 begyndte byggearbejderne ude på Risø og allerede knap et år efter i maj 1957 kunne det første laboratorium tages i brug. Der gik heller ikke mange måneder før den første lille prøverektor DR. 1 midt i august opnåede kritikalitet og allerede året efter var man så langt med hele byggeriet, at indvielsen kunne finde sted i overværelse af kongeparret, mange udenlandske gæster og repræsentanter for det officielle Danmark den 6. juni 1958. Det var en stor dag for Niels Bohr, da han i det smukke auditorium kunne byde alle hjertelig velkommen og vise det prægtige anlæg frem. Det er ikke for stærke tillægsord. Det var virkelig lykkedes arkitekter og ingeniører at føje de mange bygninger af forskellige tekniske arter ind i landskabet og at forme omgivelserne på en sådan måde, at man rent umiddelbart blev slået af stedets stemning af enhed og sammenhæng, et sted hvor det måtte være godt at være og at arbejde.

Først i det følgende par år blev man helt færdig med anlægget, der senere efter drøftelser med Niels Bohr er blevet suppleret med en afdeling af Instituttet for teoretisk fysik.

Det kunne naturligvis ikke undgås, at et så stort byggeri blev genstand for kritik, blandt andet ville man hævde, at det blev omkostningsmæssigt lidt præget af at skulle være så hurtigt færdigt, men den eneste større debat i folketinget drejede sig til manges store forundring om et par udgifter til en flagstang og en hundegård, og Risø blev derigennem omtalt i alle landets blade. Et mere indgående kendskab til hvad der foregår derude er søgt

fremmet ved besøg, og de tusinder, der har haft lejlighed til at se dette udtryk for dansk formåen, har forstået, at her er skabt et forskningscentrum, som vi kan vise frem for udlandet og som kan repræsentere lidt af vort bidrag i den fælles indsats for at få større indsigt i atomernes verden.

I årene der fulgte fortsatte samtalerne med Niels Bohr og udstrakte sig til mange andre videnskabelige og menneskelige problemer. I sine foredrag bruger Niels Bohr ofte ordet belæring, han taler om naturens belæring, og mon ikke alle der har haft lejlighed til at høre på Niels Bohr har følt at få del i denne belæring. Der findes en frase om, at store forskere og videnskabsmænd sjældent er store pædagoger, og det er forståeligt, at man kan nå til en sådan opfattelse og finde den bekræftet af erfaringen. Efterhånden som jeg fandt ind til metoden i Niels Bohrs måde at belære på, forstod jeg lidt af, hvordan han var nået til sine store resultater. Han overlod simpelthen intet til tilfældigheder, men lod tanken prøve alt, hvad den stødte på og særlig indgående det, som andre betragtede som selvfølgelig, hvilket som oftest er ensbetydende med uovervejjet.

I begyndelsen afbrød jeg lidt for hyppigt, men det afbrød ikke Niels Bohrs tankegang, kun fik jeg et mildt bebrejdende blik, der sagde noget lignende som, at hvis min indvending eller bemærkning var relevant, ville han også komme til den, og det skete virkelig engang imellem. Det var ikke alene hjemme og på Instituttet, at Niels Bohr elskede under en fremstilling at gå i rundkreds, det besværede ham åbenbart at skulle sidde og fortælle. Det han fortalte begyndte ofte ude i periferien, syntes man da, men efterhånden som han i stadige slyngninger nærmede sig konklusionen, forstod man, at det var en god måde at få alt med på.

Det skal dog ikke skjules, at det kunne være en god støtte for opmærksomheden og den tidlige forståelse på forhånd at vide, hvor vi skulle hen i en samtale, og det blev en udtalt praksis, at min sekretær på forhånd fik emnerne opgivet, og de blev stadig mere omfattende, efterhånden som min interesse for hele det videnskabelige problemområde blev vakt. Netop i disse år var det nødvendigt at søge indstillingen til videnskaben og forskningen ændret, således at det blev muligt at foretage langt større investeringer og uddannelsesfremstød end tidligere, og nogle resultater blev opnået.

Det er min overbevisning, at anlægget af Risø langt fra at beslaglægge penge og personer, der kunne være sat ind med større udbytte andetsteds, åbnede manges syn for, at en større og bredere indsats var tvingende nødvendig. Det er naturligvis en dynamisk betragtning, som dog vel må siges at

være i bedste overensstemmelse med nyere udvikling ikke blot inden for naturvidenskaberne. Det var et synspunkt, som Niels Bohr gang på gang vendte tilbage til, at de humane fag ikke måtte forsømmes, og det skal ikke glemmes, at for Niels Bohr var alle fag og ikke mindst naturvidenskaberne helt afhængige af den menneskelige indstilling.

Risø ville ikke være blevet skabt, kunne slet ikke være igangsat uden Niels Bohrs indsats og mange er ham taknemmelig derfor. Endnu større synes det at være, at Niels Bohr gennem hele sin færd og med den belæring, som han gav fra sig har sat så meget i gang inden for videnskab og forskning. Han nåede i sit lange og harmoniske liv at se meget af det blomstre, men mon det ikke vil vise sig, at først eftertiden helt vil få øjnene op for hans værk, som er så stort, at man skal have det på afstand for at kunne foretage den rette vurdering.

Niels Bohr og det danske samfund

Af Mogens Pihl

I 1941 udgav Det Danske Selskab, i hvis oprettelse Niels Bohr havde taget aktivt del, første bind af værket *Danmarks Kultur* ved Aar 1940, hvortil han havde skrevet indledningen: »Dansk Kultur – Nogle indledende Betragtninger«. Som med alt, hvormed han beskæftigede sig, og hvortil han havde forpligtet sig, havde han anvendt stor omhu på udformningen af disse betragtninger, havde rådført sig med sagkundskaben til mange sider og med sine nærmeste indgående drøftet hensigten med hele værket og med sit eget bidrag hertil.

Det var skrevet i den første tid af den tyske besættelse, hvor lydhørheden med hensyn til, hvad en personlighed af hans visdom og erfaring havde på hjerte, var særlig stor. Og han følte stærkt det ansvar, der hermed var pålagt ham. Han havde jo valgt at blive herhjemme trods tilbud i krigens første år om under meget gunstige kår at kunne fortsætte sin forskergering i USA. Han havde altid følt sig stærkt knyttet til dansk kultur og det danske fællesskab, uanset den ledende stilling han indtog inden for den internationale atomfysiske forskning, og som vi om lidt skal se, opfattede han netop det danske syn på værdien af samarbejdet og fællesskabet mellem folkene som et særligt karakteristisk træk ved vor kultur.

Medvirkende til beslutningen om at forblive her, da landet blev besat, var også, at det gjorde et stærkt indtryk på ham, da en højtstående embedsmand i udenrigsministeriet, med hvem han drøftede sin situation, fremhævede, at hans afrejse fra landet ville kunne afstedkomme dyb bekymring og uro hos den jødiske del af den danske befolkning. Hans mor tilhørte den jødiske familie Adler, men indtil de frygtelige hændelser i Tyskland havde diskrimineringen mod jøderne ikke været en sag, han havde hæftet sig særligt ved, endsiges direkte mærket noget til. Han var præget af at være opvokset i et liberalt, akademisk præget københavnsk kulturmilieu og tilsluttede sig aldrig noget trossamfund. Imidlertid bragte begivenhederne i Tyskland og hans og broderens, Harald Bohrs, heraf følgende store indsats for flygtningene fra det nazistiske barbari ham i nær kontakt med jødernes fortvivlede situation, og det var helt i overensstemmelse med den varme

menneskelighed, der prægede al hans færd, at han i sine overvejelser også måtte inddrage dette hensyn til de danske jøder. Da situationen blev ganske uholdbar for dem, måtte han jo selv forlade landet. Om noget særligt forhold til den jødiske kulturtradition var der således ikke tale.

I de indledende betragtninger til værket om dansk kultur 1940 angiver Niels Bohr straks ledemotivet: »Spørger vi os selv, i hvad Forstand vi kan tale om en særlig dansk Kultur, vil Svaret ganske afhænge af, hvilke Synspunkter der lægges til Grund. På den ene Side vil fælles menneskelige Træk komme des klarere til Syne, jo dybere vi søger til Bunds i vort Væsen; paa den anden Side vil Forskellen fra andre Samfund føles des stærkere, jo mere vi bestræber os for i Billedet at fastholde alle Sider af vor Tilværelse. Da Kendskabet til, hvorledes Menneskelivet kan udfolde sig under forskellige Omstændigheder, må være Baggrunden for enhver Bedømmelse af et Samfunds kulturelle Stade, turde en Undersøgelse af vor Plads blandt de andre Samfund være et naturligt Udgangspunkt for en Søgen efter at klarlægge det for os særegne. Naar jeg trods Følelsen af mine Kundskabers Begrænsning har fulgt Redaktionens Opfordring til at skrive nogle Ord til Indledning af dette store Værk, skyldes det, at jeg under mit Samarbejde her hjemme og i Udlandet med Videnskabsmænd fra mange forskellige Nationer har haft megen Anledning til at beskæftige mig med vort Forhold til Omverdenen på Kulturens Omraade og til at tænke over de Traditioner, der giver dansk Livsindstilling dens Særpræg«.

Dernæst antyder han i store træk den danske kulturs udvikling i dens samspil med og påvirkning fra omverdenen, den stadige udvikling uden større brud, betydningen af den samhörighed med vor fortid og broderfølelsen inden for Norden, som »styrkedes ved forrige Aarhundredes Begyndelse især ved den nyvakte Værdsættelse af de fælles Skatte, vi besad i den gamle Edda- og Sagadigtning«. En digtning, der havde gjort et stærkt indtryk på ham; især de islandske sagaer, som han i samtaler i de senere år ofte vendte tilbage til.

Videre skriver han: »Paamindelsen om, hvor meget vi havde at lære for at hævde os paa de Maader, Samtiden anviste, mindskedes dog ingenlunde og var alt for stærk til, at vi af svundne Tiders Glans kunde forledes til at glemme vor beskedne Plads mellem Nationerne. Til Gengæld opvoksede der i de nordiske Lande en Følelse af Verdensborgerskab, der gav sig et mere harmonisk Udtryk end i mange større Lande, hvor Fristelsen til at betragte egne Kulturer som selvstændige organiske Enheder var så meget stærkere«.

Han citerer Grundtvigs ord om »Indfødsret for dansk alene, Gæsteret for alt på Jord« og H. C. Andersens linier »I Danmark er jeg født, der har jeg hjemme, der har jeg Rod, derfra min Verden gaar«. »Begge disse, i Stil saavel som Stemning saa forskellige Udtalelser, giver Udtryk for en Indstilling til Spørgsmaalet om vort Forhold til Verden af en Art, som man kun vanskeligt finder noget Sidestykke til. Kernepunktet er, at Spørgsmaalet hverken afvises eller afgøres, men opfattes som et, der bestandigt maa stilles i stort og smaat. Det, der vel mest af alt præger dansk Kultur, turde jo netop være en umiddelbar Forening af Aabenhed for den Belæring, der bringes til os udefra, eller som vi selv henter hjem, og Fastholden ved det af vore Minder og Skæbne betingede Livssyn, der knytter os saa fast sammen inden for den store Verden, vi uløseligt tilhører«.

Og med en for Niels Bohr så karakteristisk »drejning« – et udtryk han tit benyttede sig af – kommer den her antydede dialektik så klart, men også så uimodståeligt indtagende, til orde, når han om de kendte slutningsord i Søren Kierkegaards »Stadier paa Livets Vej« (Søren Kierkegaard, Samlede Værker, Bind 8, København 1963, s. 277–278) skriver: »Med Udgangspunkt i et Forsvar for det danske Sprog imod Paastanden om de mere udbredte Kultursprogs Fortrin udtaler han sig ogsaa saa varmt og inderligt om Modersmaalets Rigdom og Skønhed og med Anvendelse af en saadan Kunst og Dybsind, at hans Betragtninger i Virkeligheden kommer til at gælde ikke blot for det danske Sprog, men for ethvert menneskeligt Sprog, og i sig selv belærer os om Sprogets uendelig forfinede Udtryks- og Virkemidler«. Man ser ved læsningen af de sidste linier igen Niels Bohr helt klart for sig. Erin-drer hans styrke – og hans humor.

Selvfølgelig minder han os ogsaa om det danske digterværk, han vistnok satte højest, og som han i hvert tilfælde oftest omtalte: Poul Martin Møllers »En dansk Students Æventyr«. Selv om digteren her »ikke kommer ind paa en Sammenligning med udenlandske Forhold, rummer den Maade, hvorpaa han hos de optrædende Personer med saa meget Lune stiller forskellige Sider af sit eget Væsen til Skue, et bevidst Krav om Ligevægt mellem Tilpasningen til de hjemlige Livsformer og Indlevelsen i den fællesmenneskelige Tankeverden«.

Om den danske folkeoplysning siger Niels Bohr, at kilderne hertil, udover den oplysning almenskolen kan give, »foruden i vore nationale Minder maa søges i Kendskabet til det mellemfolkelige kulturelle Samarbejde«. Og han fortsætter med særligt henblik på Poul la Cours virke: »Et ejendomme-

ligt Vidnesbyrd herom er de udmærkede Værker om Naturvidenskabernes Historie, som til Brug for Højskolens Undervisning blev skrevet af nogle af dens egne Mænd, og som fik Betydning langt ud over det oprindelige Formaal. Ved Siden af den Indførelse i Filosofiens almindelige Problemer, som er forbundet med ethvert Universitetsstudium her hjemme, har Læsningen af disse Værker bidraget til at give senere Generationer af dansk studerende Ungdom en Baggrund, som man ofte kan mærke Savnet af selv ved Udlandets store Universiteter«.

Niels Bohr slutter med følgende ord, hvis – for hans ytringsmåde – ret stærke udformning og inspirerende kraft kun tilfulde kan forstås og fornemmes af den, der har muligheder for at huske tilbage til denne tids karakteristiske spænding i de fleste danskers sind mellem på den ene side det med forenklede midler fremførte krav om værdsættelse af og fastholden ved det særegne eller nationalt afsluttede, og på den anden side forståelsen af nødvendigheden og værdien af yderligere at fremme det mellemfolkelige samarbejde: »Om end, som allerførst betonet, Spørgsmaalet om, hvad vi forstaar ved dansk Kultur, frembyder mange, med hverandre uløseligt forbundne Sider, turde det Syn på Fællesskabet mellem Folkeslagene, som vor hele Historie har udviklet, være det for vor Kultur mest betegnende Træk. Netop vort Krav paa og Ansvar ved Verdensborgerskabet, som vi opfatter det, anviser os vore Opgaver indadtil og udadtil, og uden at drage nogen Sammenligning, der ville ligge denne Opfattelse fjernt, har vi Lov til at føle Stolthed over den Maade, hvorpaa vi har udnyttet vore Kaar til egen Udvikling og til Deltagelse i Samarbejdet paa den menneskelige Kulturs Fremskridt. Hvad Skæbnen har i Behold for os som for andre, er skjult for vort Blik, men hvor vidtgaende Følgerne paa alle Menneskelivets Omraader af den Krise, hvori Verden for Tiden befinder sig, end turde blive, har vi Ret til at haabe, at vort Folk, om blot vi bevarer Frihed til at udvikle den hos os saa dybt rodfæstede Indstilling, ogsaa i Fremtiden med Ære vil kunne tjene Menneskehedens Sag«.

Vi har her så udførligt omtalt denne afhandling af Niels Bohr, fordi den bærer vidnesbyrd om hans nære tilknytning til dansk kultur og hans forståelse af forudsætningerne for dens udvikling. En forståelse, som udover hans visdom og indsigt var betinget af en stærk følelse af samhørighed med det danske folk. Men som samtidigt var båret af den for ham så karakteristiske og selv i de mørkeste tider aldrig svigtende tolerance. De færreste af os kunne den gang undgå den flygtige afspænding, brugen af heftige ord kan

medføre. Når Niels Bohr hørte dette eller blev forsøgt engageret i en meningsudveksling på denne baggrund, tav han – men egentlig ikke misbilligende. Hans form var mild, men han havde selv et stærkt sind. Jeg tror, at hans milde form også – men altså ikke udelukkende – var betinget af det store ansvar, han følte var lagt på ham i kraft af den autoritet, hvormed han havde erfaret, at han virkede.

Niels Bohrs tolerance kom også klart til udtryk, da han efter den tvungne udlændighed i de sidste krigsår vendte tilbage til Danmark. Han var da meget varsom i bedømmelsen af fejltrin begået af medborgere. Og over for de ganske få, han i sin store virkekreds havde haft med at gøre, og som havde handlet uklogt og udfordrende, udviste han en klog hensynsfuldhed, som afbødede skader til begge sider. Han forsøgte altid at se udover den nærmeste fremtid.

Det var vel i det hele taget en stor lykke for Niels Bohr, at omstændighederne formede sig således, at han fik muligheder for at kunne udfolde den hjælpsomhed, det var ham en så stor glæde at yde – og som han evnede at yde med så gode resultater. At han, der havde svært ved at sige nej, fik lov til at sige ja. Han ofrede megen tid og omtanke på at finde og dernæst udvikle de bedste udfoldelsesmuligheder for sine medarbejdere og andre han kom i forbindelse med. Både for kunstneres og videnskabsmænds udviklingsmuligheder og særegne arbejdsformer havde han et klart øje. Han kunne være meget storsindet i bedømmelsen af menneskelige fejl, som hos ham snarere kunne give anledning til en vis undren. Slog hans bestræbelser på at hjælpe og fremme en enkelt gang fejl, kunne det bekymre ham meget. Men i kraft af sin godhed og opfindsomhed havde han i reglen held med sig i sine bestræbelser på at hjælpe sine medmennesker tilrette. Mange danske er ham tak skyldig for, hvad han i det stille har gjort for dem – ikke blot fysikere. Og vi har allerede nævnt hans og Harald Bohrs store indsats for flygtningene fra nazismen.

Ligesom fysikere fra overalt i verden oplevede også en stor kreds herhjemme den særlige inspiration, der udgik fra ham, og som betog alle, der kom i nærmere kontakt med ham. En samtale med ham kunne være meget opløftende, så man gik styrket bort, således som f. eks. nogle betragtninger af ham om undervisningens og forskningens indbyrdes forhold kom til at betyde meget for forfatteren af denne artikel. Andre kan berette om noget lignende.

Ordet »samtale« er måske ikke ganske dækkende i denne sammenhæng,

for det kan ikke nægtes, at samværet med ham – for hvem menneskelig kontakt jo var af så væsentlig betydning for udformningen af, hvad han havde på sinde – ofte antog den form, at det endte med, at det var ham, der talte det meste af tiden. Men det var ganske klart, at han hensynsfuldt gjorde sig stor umage for at tale om, hvad han forment kunne interessere vedkommende, og ofte kunne man mærke, hvorledes han havde forberedt sig på en samtale. Han anvendte stor omhu på fremførelsen af de sager, han i kraft af sin autoritet og interesse for dem blev foranlediget til at fremføre for myndighederne. Det er således få institutionsledere, der har afsendt så velovervejede og med sine medarbejdere så grundigt drøftede ansøgninger og indstillinger som Niels Bohr.

Vi har her dvælet lidt ved visse sider af Niels Bohrs menneskelige fremtoningspræg, fordi dette efterhånden blev kendt i videre kredse og virkede ind på det smukke forhold, der kom til at bestå mellem den danske befolkning og ham. En hengivenhed for ham, som hans udenlandske medarbejdere og venner mødte i deres daglige færden herhjemme, og som de ofte omtalte som en værdifuld oplevelse. Der var danske, som forståeligt nok – udfra en lidt forfængeligt fremført skepticisme – kunne ønske at anføre, at der her måske forelå en overdrivelse. Selvfølgelig må den forenkling i vurderingen og omtalen, som en stor forskers ry, og hertil en indtagende og fængslende personlighed, i vide kredse giver anledning til, virke udfordrende på visse mennesker. Der kan i denne sammenhæng være grund til at gøre opmærksom på, at den meget store anerkendelse, som han efterhånden opnåede blandt fysikere verden over, ingenlunde var erhvervet uden modgang. Således mødte hans syn på den såkaldte komplementaritet i atomfysikken oprindeligt betydelig modstand, men er nu ifærd med at blive alment godtaget inden for fysikken. Det er nok snarere således, at han ikke endnu er blevet forstået fuldt ud. At aktualiteten omkring hans forskningsresultater og hans personlighed snarere har fortegnet dybden og rækkevidden af de perspektiver, han så utrætteligt bestræbte sig på at vise os.

Den ægte og umiddelbare hengivenhed for Niels Bohr i det danske folk var selvfølgelig til at begynde med særlig betinget af hans videnskabelige berømmelse og ledsaget af de sædvanlige anekdoter om den lærdes distraktion og heraf følgende pudsige adfærd, hvor han iøvrigt måtte lægge navn til meget, der mere havde karakteren af underholdning mand og mand imellem, end det just modsvarede en oplevet virkelighed. Hertil hører også beretninger om, at han skulle have haft svært ved at følge visse dele af skole-

undervisningen, hvortil kun skal bemærkes, at han blev student med udmærkelse. Megen opmærksomhed omkring ham var betinget af, at han i sine unge dage havde været en dygtig fodboldspiller, og at broderen – med hvem han i denne sammenhæng ofte forveksledes – havde været strålende på dette felt. Men senere, og i særdeleshed efter krigen, indgik mere og mere i den folkelige opfattelse af ham det antydede træk af varme og hengivenhed, betinget af hans medmenneskelighed og godhed.

En væsentlig forudsætning for, at han fik muligheder for at udfolde denne medmenneskelighed, var fru Margrethe Bohr. Hun påtog sig på den smukkeste måde mange forpligtelser. I særdeleshed som en meget omsorgsfuld værtinde i æresboligen på Carlsberg, hvor videnskabsmænd, kunstnere og politikere ofte mødtes i værdifuldt og frugtbart samvær med hele familien Bohr og dens vennekreds. Der blev ivrigt diskuteret i det Bohrske hjem om politiske, kunstneriske og filosofiske problemer, og de mange udenlandske videnskabsmænd, der var gæster her, gav ofte samværet en særlig valeur. Her lærte de også danske forhold nærmere at kende, end det i almindelighed ellers havde været muligt for dem.

Niels Bohr tog på forskellig måde direkte del i aktiviteter af betydning for det danske samfund, hvoraf der nu ganske kort skal nævnes nogle af de mest betydningsfulde. Det var altid med tøyen, han påtog sig sådanne forpligtelser, men når han havde sagt ja, gik han med fuld styrke ind for den sag, han havde lovet at støtte. Og da altid med den samme omhu og omtanke, som han anvendte på de øvrige sager, hvori han var engageret. Han var her ofte formidleren, der udlignede spændingsforskelle og fik sagerne til at gå i orden.

Første gang Niels Bohr støttede en sag af almen interesse for det danske samfund var, da han i februar 1925 sammen med H. N. Andersen, Harald Høffding, Knud Rasmussen og Vilhelm Thomsen opfordrede til en folkeindsamling til skabelsen af et Nationalmuseumsfond, hvis midler skulle stilles til rådighed for regeringen, »naar Lovgivningsmagten, i hvis Haand den endelige Afgørelse med Hensyn til Samlingernes fremtidige Opbevarelse ligger, har truffet de fornødne Beslutninger«. Der indkom ca. 2,5 millioner kroner – fordelt over mere end 200.000 frivillige bidrag – hvoraf en enkelt mand, Laurits Andersen, skænkede den ene million. Efter at rigsdagen i 1928 og 1933 havde vedtaget at bevilge resten af de til nybygningen i Prinsens Palæ nødvendige omkostninger, kunne det nye museum indvies i 1938, altså 13 år efter opfordringen til folkeindsamlingen. Det var en langvarig

sag, som gav anledning til store meningsuoverensstemmelser, i særdeleshed med hensyn til hvor museet burde anbringes, og Niels Bohr fik stærkt brug for sine evner til at formidle. Ikke mindst i forholdet til den temperamentsfulde Knud Rasmussen, som han iøvrigt værdsatte højt. Niels Bohr gik ind for, at museet skulle forblive ved Frederiksholms Kanal – hvilket jo også blev løsningen – og han støttede stærkt et herom af T. Hjejle udarbejdet skitse-mæssigt forslag fra 1924, som dog ikke blev virkeliggjort under denne form, idet Hjejle døde kort tid efter.

Igennem mange år gjorde han en stor indsats for Landsforeningen til Kræftens Bekæmpelse, for hvilken han var præsident. Allerede som medlem af det såkaldte Radiumfonds bestyrelse havde han bidraget til at fremme denne sag, og ligeledes her gjorde hans forhandlingsevne og opfindsomhed, også på det mere administrative område, sig gældende.

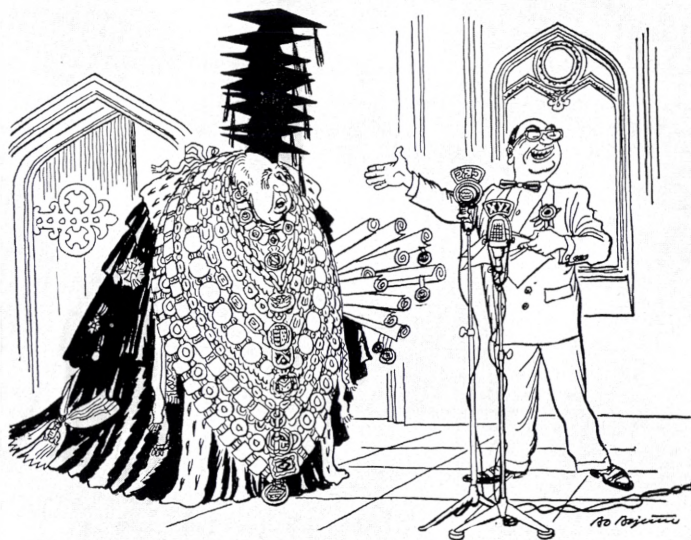
Videre skal nævnes hans deltagelse i oprettelsen af Det Danske Selskab, hvis formål jo er at fremme kendskabet til dansk sprog og kultur i udlandet. Formandsskabet for bestyrelsen for F. L. Smidth og Co. A/S's Jubilæumsfond, hvis formål er at støtte og medvirke til fortsat udvikling af dansk videnskabelig forskning inden for områder, som kan gavne dansk industriel virksomhed og lægevidenskab. Hans støtte til forskellige indsamlinger, som f. eks. Israelindsamlingen i 1950 til hjælp for nødlidende indvandrere i Israel. En hjælpeaktion, som den danske regering viste sin interesse og sympati for ved at stille et beløb på 500.000 kr. til rådighed for indsamlingen.

En sag, som på grund af komplikationer af forskellig art kom til at stille store krav til hans forhandlingsevne, var formandsskabet for Vitus-Bering-komitéen. Denne var indstiftet med den opgave at sørge for, at Danmark på en værdig måde i 1941, to hundrede år efter Vitus Berings død, kunne mindes denne store opdagelsesrejsende, der blandt andet opdagede Alaska. Opgaven blev foreslået løst ad to veje: oprettelsen af et monument for Vitus Bering i hans fødeby Horsens og indstiftelsen af en Vitus-Bering-medalje med tilhørende prisbelønning for fremragende ydelser inden for arkitekisk og maritim forskning. Tanken om at mindes den danske opdagelsesrejsende var først fremført af Knud Rasmussen, der døde i 1933, og der oprettedes en foreløbig komité, som af forskellige årsager ikke kom til at træde i aktiv virksomhed. Men i 1941 reorganiseredes komitéen under Niels Bohr som formand, og der blev iværksat en indsamling af pengemidler og udarbejdet planer for Vitus-Bering-monumentet i Horsens, idet omkostningerne hertil skulle ydes af et lokalt fond. Planerne om et sådant kunstværk



Efter promotionen til æresdoktor ved Rockefeller-Instituttet i New York i 1962. Niels Bohr sammen med matematikeren Richard Courant

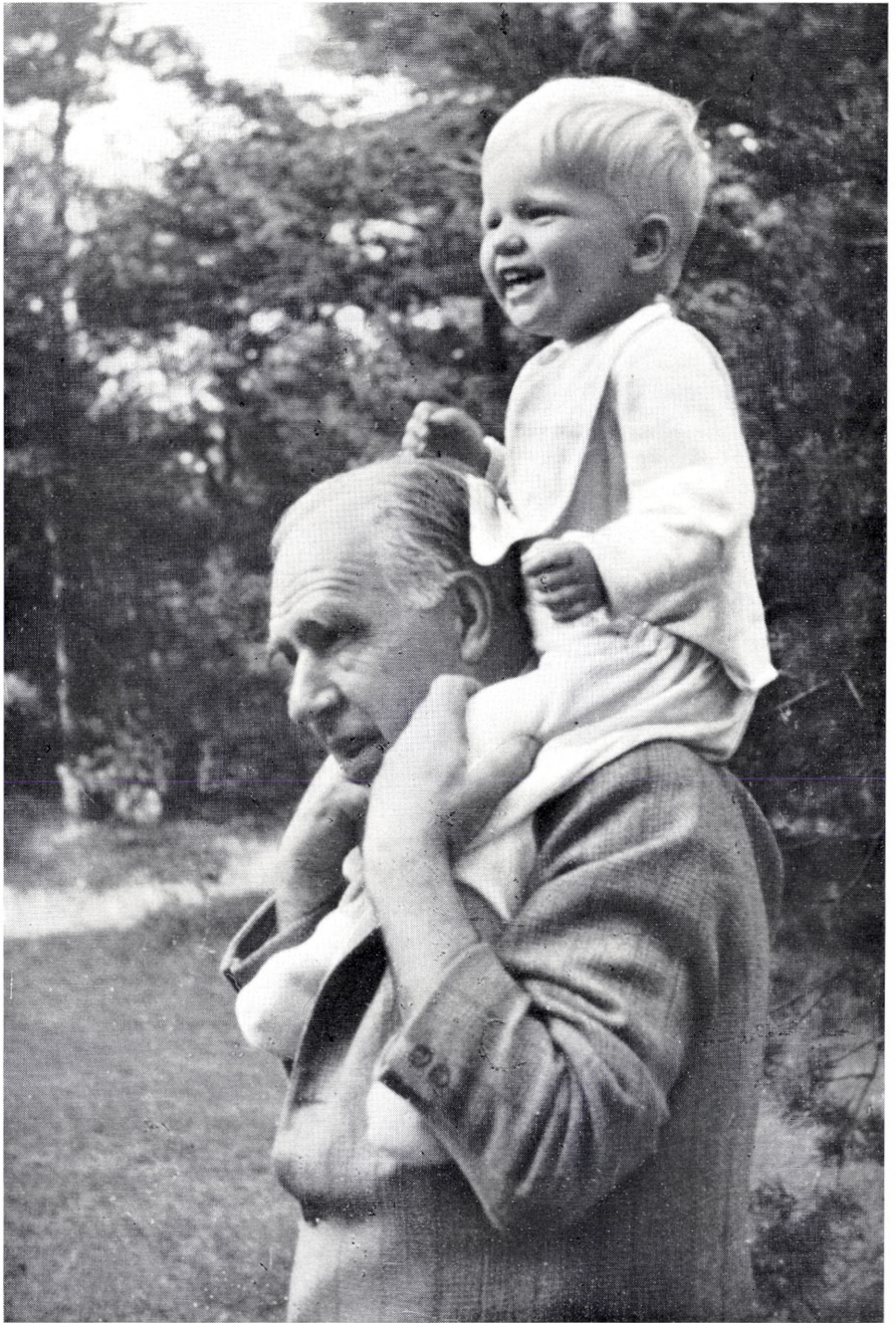
Atomenergi



Paa sin USA-færd er professor Niels Bohr blevet udnævnt til æresdoktor ved en halv snes universiteter.

— og nu vil vor høje gæst gentage sin berømte forelæsning om kædereaktioner ...

Sådan har Bo Bojesen i »Politiken« forestillet sig Niels Bohr på rejse gennem USA, hvor han blev æresdoktor ved flere universiteter.



Niels Bohr med et barnebarn uden for sommerhuset i Tisvilde

lod sig imidlertid – trods forhåbning herom igennem længere tid – ikke gennemføre, og først i 1957 fik sagen en afslutning ved indvielsen af et parkanlæg i Horsens, opkaldt efter Vitus Bering. Niels Bohr fulgte denne udvikling – der selvfølgelig gav anledning til nogen skuffelse – med stor forståelse for alle heri indblandede parters interesser. Denne – i sig selv ikke meget betydningsfulde – sag bærer i særlig grad vidnesbyrd om den omhu, hvormed han påtog sig en opgave. Af dens mange akter fremgår også det hjertelige forhold, der opstod mellem ham og de mennesker, han på denne måde kom til at samarbejde med.

Niels Bohr tog stærkt del i den virksomhed, der udfoldedes i det af H. C. Ørsted oprettede Selskab for Naturlærens Udbredelse, for hvilket direktion han var formand. Han holdt ved flere lejligheder foredrag i dette selskab og deltog med stor interesse i planlægningen af dets forskellige aktiviteter. Det skal iøvrigt i denne forbindelse nævnes, at han var meget virksom i bestræbelserne på at fejre 100-årsdagen for H. C. Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen med udgivelsen af dennes naturvidenskabelige skrifter ved den fremragende danske fysikhistoriker Kirstine Meyer, der ved denne lejlighed også belyste H. C. Ørsteds videnskabelige gerning og hans arbejdsindsats i det danske samfund i to betydelige afhandlinger. Kirstine Meyer rettede i forordet til den ene af disse en særlig tak til Niels Bohr, »der har gennemgået Manuskriptet til den engelske Indledningsafhandling og deltaget i Korrekturarbejdet med den«. Det var endda på et tidspunkt, hvor Niels Bohr stod midt i det omfattende arbejde med at anvende sin atomteori til forståelsen af grundstoffernes fysiske og kemiske egenskaber.

Andetsteds i denne bog omtales hans virke i oprettelsen og ledelsen af den danske Atomenergikommission med den heraf følgende udvikling, førende til den store forsøgsstation på Risø. I denne sammenhæng kan også nævnes Niels Bohrs indsats for det nordiske samarbejde, der førte til oprettelsen af NORDITA, Det Nordiske Institut for Teoretisk Atomfysik, i København og med nær tilknytning til Bohrs institut. Videre hans deltagelse i de planer om europæisk samarbejde med hensyn til kernefysisk forskning, som resulterede i institutionen CERN, der driver det store kernefysiske forsøglaboratorium i Genève.

Niels Bohrs indsats for dansk videnskab gennem hvervet som præsident for Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab er ligeledes omtalt andetsteds i bogen her. Han var altid hos myndighederne en god fortaler for dansk videnskab, også når det drejede sig om fagområder uden for hans egen

forskning. Gennem en henvendelse i 1951 fra Videnskabernes Selskab til den daværende undervisningsminister, professor F. Hvidberg, foranledigedes oprettelsen af et større videnskabeligt fond, hvis midler senere er blevet ret betydeligt forøgede. Også her gjorde Niels Bohr sin indflydelse gældende og var glad for den store forståelse, han mødte hos Flemming Hvidberg. Der kan i denne sammenhæng også være grund til at nævne den støtte, han i sit arbejde for forbedring af videnskabens kår fik af sin gamle kollega, universitetets rektor, fysikprofessoren H. M. Hansen.

I administrationen af Københavns Universitet, hvor han virkede som professor i 40 år, fra 1916 til 1956, tog han ikke direkte del, men han blev naturligvis ofte rådspurgt, og hans deltagelse i fakultetsmøderne i det matematisk-naturvidenskabelige fakultet og forberedelsen af sagerne, der behandles ved disse møder, var præget af den omhu og omhyggelige forberedelse, der allerede flere gange i denne artikel har været anledning til at fremhæve som karakteristisk for ham.

Niels Bohrs danske vennekreds var stor, omfattende kunstnere, videnskabsmænd, barndoms- og ungdomsvenner og i de senere år også embedsmænd og politikere, med hvilke han var kommet i berøring. Han stod i et hjerteligt forhold til de forskellige undervisningsministre. Han holdt meget af afdøde statsminister H. C. Hansen, og der opstod et venskabeligt tillidsforhold mellem de to mænd. H. C. Hansen indså, at han i sin optagethed af gerningen som statsminister og som praktisk formidlende politiker ikke kunne skænke Niels Bohrs overvejelser og hensigter den opmærksomhed, det stod ham klart, at de fortjente, og han hidførte derfor en nærmere forbindelse til ham gennem daværende finansminister Viggo Kampmann. Denne opnåede en realistisk kontakt med Niels Bohr, forstod ham hurtigt og kunne drøfte sagerne med ham. Et umiddelbart resultat af deres samarbejde var Viggo Kampmanns delagtighed i oprettelsen af Atomenergikommissionen og hans fortsatte interesse for dens virksomhed, der jo blandt andet kom til udtryk ved, at denne kommission blev henlagt under finansministeriet og senere fulgte ham til statsministeriet, hvorefter den ved Viggo Kampmanns afgang som statsminister på grund af sygdom henlagdes under undervisningsministeriet. Den forhenværende statsministers store og frugtbare forståelse for betydningen af, at der ydes videnskaben – og sandelig også grundvidenskabene – gode kår, er yderligere blevet bestyrket ved denne kontakt med Niels Bohr.

Niels Bohr gav aldrig udtryk for tilhørsforhold til et bestemt politisk parti.

Men både han og Margrethe Bohr var stærkt optaget af politiske spørgsmål og drøftede dem gerne. Ikke blot de store udenrigspolitiske problemer, som omtalt andetsteds i bogen her, men også de indenrigspolitiske. F. eks. fulgte de med stor opmærksomhed den udvikling, der førte til en ny skolestruktur.

Det ville være urimeligt i en skildring af Niels Bohrs forhold til det danske samfund ikke at nævne den store værdi, det – også i denne sammenhæng – var for ham at have Harald Bohr ved sin side indtil dennes død i 1951. Værdifuld støtte og råd fik han også fra Videnskabernes Selskabs sekretær, den afdøde matematiker, professor Jakob Nielsen og departementschef, senere formand for Atomenergikommissionens forretningsudvalg, H. H. Koch.

I sin mindetale over ham i Videnskabernes Selskab udtalte professor Christian Møller: »Genierne tilhører jo hele verden, og få har som Niels Bohr gennem sit hele virke været en sand verdensborger. Men vi ved også, at han var så inderligt forbundet med dansk kultur og dansk tænke- og føle-måde, at han, hvis han var vokset op i et andet land, ikke ville have været – Niels Bohr«.

Det har Niels Bohr vist ved hele sin færd i det danske samfund. Ligesom Holberg, H. C. Ørsted, Grundtvig, Kierkegaard og H. C. Andersen vil han, ved det han ydede, og ved det han var, for eftertiden stå som en af de store skikkelser, der har været medvirkende i skabelsen og i fastholdelsen af det indhold og den holdning, vi gerne ville være berettigede til at kendetegne med ordet dansk.

Halvtreds års venskab

Af Richard Courant

Selv for den, som kun kendte Niels Bohr overfladisk, kunne det være vanskeligt at lade være med højtideligt at udtrykke sin ydmyghed over for denne enestående store personlighed. Imidlertid ville det ved denne lejlighed ikke være på sin plads at fremkomme med andet end nogle spredte, personlige bemærkninger, og jeg skal derfor begrænse mig til fra min erindring at fremdrage nogle få indtryk, som måske kan kaste lys over Niels' personlighed.

Mit venskab med Niels går tilbage til året 1912, da jeg var ung assistent ved det matematiske institut i Göttingen. Hvis jeg skulle gå ud fra en bestemt dato, måtte det blive aftenen før solformørkelsen i 1912, hvor jeg mødte en højst usædvanlig ung gæst, Harald Bohr, der dengang var den yngste matematiker ved fakultetet i København. Som videnskabsmand var Harald allerede kendt og agtet viden om, men langt større berømmelse nød han dog som landsholdsspiller i fodbold. Han var en inspirerende matematiker og en strålende personlighed med store menneskelige egenskaber. Vi blev hurtigt nære venner, og Harald var i det hele taget snart blevet midtpunkt for en beundrende kreds af matematikere og fysikere, som også talte mange af gruppens ældre medlemmer, som for eksempel Landau, Hilbert, Carl Runge, Debye og Carathéodory. Harald protesterede kraftigt mod alle udtryk for beundring; han indvendte, at han ikke var noget særligt, hvorimod hans lidt ældre broder Niels, der dengang endnu var helt ukendt, var gjort af det pure guld og ganske afgjort snart ville blive anerkendt som en af vor tids virkelig store videnskabsmænd. Jeg accepterede med respekt Haralds hengivenhed for den mig ukendte broder. Noget senere mødte jeg Niels, først ganske kort i Cambridge i 1913, og ikke længe efter kom jeg i nærmere personlig kontakt med ham i Göttingen, hvor han besøgte Harald og os i nogle dage. Jeg husker levende Niels fra denne tid som en noget indadvendt, helgenagtig, yderst venlig og alligevel genert, ung mand, der efter Göttinger-kredsens mening blev overskygget af sin frodige, strålende og åndfulde broder Harald. Året forinden var Niels' epokegørende afhandling om

Balmer-spektret, hvoraf vi fik sendt særtryk, udkommet. I Göttingen var modtagelsen kølig og skeptisk. Jeg husker, hvordan den fremragende spektroskopiker Carl Runge, der i øvrigt var en yderst venlig mand, eftertrykkeligt slog fast: Niels har ganske vist gjort et tiltalende indtryk, men med denne afhandling har han tydeligvis leveret et dumt, for ikke at sige vanvittigt ekvilibristnummer, og var det ikke netop for hans broder Haralds skyld, så kunne man lige så godt afvise hele denne urimelige, såkaldte opdagelse. Det varede naturligvis ikke længe, før denne indstilling ændrede sig; men det er givet, at Haralds enorme autoritet hos videnskabsmændene i Tyskland fremskyndede anerkendelsen af Niels.

I det korte tidsrum inden den første verdenskrig mødtes Harald, Niels og jeg nogle gange, den ene gang for at gøre en pragtfuld tur i Alperne, og jeg forstod hurtigt, at Harald ikke havde overdrevet. Efter den fuldstændige afbrydelse, som verdenskrigen medførte, genoptoges og forstærkedes venskabet mellem os tre. Der fulgte nu mange besøg i København og Göttingen. Det var den store tid, hvor kvanteteorien udvikledes, og hvor i Göttingen den nære kontakt mellem fysikere og matematikere, som var inspireret af Hilbert, der havde organiseret et fortløbende seminar over »materiens struktur«, var en betydningsfuld faktor i det videnskabelige liv. Det hændte regelmæssigt, at en af Sommerfelds begavede elever blev sendt til Göttingen for at arbejde som assistent hos Hilbert. Pauli var et stedse inspirerende medlem af gruppen og var allerede dengang den kompromisløse ærligheds aggressive forkæmper. Franck og Born var blevet knyttet til fakultetet kort efter krigen. Niels blev indbudt til at holde de berømte »Gastvorträge«, hvori den uforglemmelige Ehrenfest tog meget aktivt del, og hvor den overmåde frugtbare kontakt mellem Niels og det unge stjernesud, Heisenberg, der var student hos Sommerfeld, i et nu blev sluttet gennem de bemærkninger, som Heisenberg kom med i diskussionen.

Lad mig fortælle en lille, personlig historie fra den tid. Niels, Harald og jeg tilbragte en kort skiferie i Arosa. Efter et par dages forløb slog Niels sit knæ og blev beordret i seng. Dette gav ham en vidunderlig lejlighed til at holde privatforelæsninger for Harald og mig over de forestillinger, der netop da var ved at udvikle sig om de grundlæggende principper for kvantefysik og komplementaritet. Det var en typisk Bohr'sk forelæsning, sådan som vi så ofte har oplevet det, spændende og inspirerende, skønt den hverken akustisk eller på anden måde var helt forståelig. Når vi afbrød Niels for at få opklaret et eller andet punkt, protesterede han vredt: »Na-

turligvis kan I ikke endnu forstå det jeg prøver at fortælle; det kan måske blive forståeligt, men kun når I har hørt historien som helhed og har forstået slutningen«. Disse bemærkninger og lang tids senere erfaring med Niels som forelæser har altid forekommet mig af stor betydning for erkendelsen af det pinefulde problem, som enhver skribent eller forelæser bliver stillet overfor: at præsentere en mangedimensional tankebygning i éndimensional, lineær rækkefølge.

Da Harald engang blev spurgt, hvorfor han var en af de største matematiske forelæsere i verden, medens Niels ikke havde særlig succes som foredragsholder, svarede han: »Simpelthen fordi jeg på hvert enkelt punkt i min forelæsning kun taler om de ting, som jeg har forklaret tidligere, hvorimod Niels sædvanligvis taler om ting, som han først har til hensigt at forklare senere«.

Lige siden disse år i tyverne var Niels til stadighed optaget af komplementaritetsbegrebet; dets langsomme indtrængen på mange af videnskabens og menneskelivets områder, herunder politik og statsmandskunst, indebærer stadig et stort håb for fremtiden. Jeg ved, at Niels var dybt skuffet, da han efter mange bitre erfaringer forstod, at hans direkte indflydelse på politik og politikere langt fra syntes at stå mål med, hvad man rent fornuftsmæssigt skulle vente. Og dog kan jeg personligt bevidne, at Niels virkelig udøvede stor indflydelse på mænd i det politiske liv. Et eksempel er den indflydelsesrige, amerikanske senator Flanders, den mand, som modigt gjorde ende på MacCarthyismen i USA. Efter at Ralph Flanders havde lært Niels at kende, blev han en hyppig gæst på Carlsberg, og næsten ubevidst antog han mange af Niels' ideer om politiske spørgsmål, som for eksempel hans explicit formulerede grundsætning om »åbenhed«, som nu, i det mindste teoretisk, er blevet et anerkendt princip for USA's politik.

I det hele taget udsprang Niels' brændende indsats for fred af en indstilling, der var dybt rodfæstet i hele hans væsen, og den vil stadig vedblive at være frugtbar, selv om professionelle politikere eller amatørstatsmænd måske hverken har det vidsyn eller det mod til uafhængighed, som er nødvendigt for at følge efter med andet end frygtsomme, prøvende skridt.

Niels' kompromisløse behov for stadig større fuldkommenhed og harmoni prægede alle sider af hans liv. En berømt anekdote, som Harald holdt af at fortælle, illustrerer dette: Da Margrethe og Niels engang skulle købe en barnevogn til et af deres børn, var de ikke ganske enige om, hvilken de skulle vælge. Til sidst gav Margrethe efter, og den barnevogn, som Niels

foretrak, blev købt. Niels, der bagefter så noget trist ud, blev spurgt, hvorfor han ikke var mere tilfreds, nu hvor han dog havde fået sin vilje. Han svarede, at det slet ikke tilfredsstillede ham at få sin vilje på den måde; hvad han ønskede, var ikke blot en indrømmelse, men en enighed baseret på virkelig overbevisning.

Det spørgsmål er ofte blevet rejst, hvorfor Niels, hvis ideer har afstedkommet en så stor og dybtgående matematisk udvikling, og hvis tidligste publikationer røber matematisk dygtighed, aldrig selv gjorde megen brug af matematisk teknik, skønt han var begejstret for den store, matematiske bedrift, som formuleringen af kvantemekanikken var. Det er ikke muligt at besvare dette spørgsmål med få ord. Jeg vil kun sige, således som Harald plejede at udtrykke det, at Niels besad et overmenneskeligt, intuitivt indblik i naturens hemmeligheder, og at han kunne erkende sandheden uden at behøve at oversætte den til almindeligt sprog, hvortil matematikken kan medregnes. Jeg husker, hvordan han engang i kernefysikkens tidlige dage viste mig en lille, nylavet træskål og nogle metalkugler, som skulle illustrere dråbe-modellen for atomkernen. Hans intuitive forståelse af forholdene var utroligt overbevisende, selv om en mere vidtrækkende, kvantemekanisk analyse naturligvis var nødvendig.

Det, som gjorde hans personlighed så usædvanlig, var hans væsens organiske enhed og hans hengivne vedholdenhed. Hans liv var ikke, som det så ofte er tilfældet med store mænd, formet af en eller flere kriser, det var en ubrudt følge af daglige kriser, hvert enkelt skridt krævede hård kamp. I store som i små spørgsmål, hvad enten det drejede sig om fysik, politik, filosofi, mundtlig eller skriftlig fremstilling, altid led han under smerten ved kampen for fuldkommenhed. Kun hans utrolige styrke kunne bære den vældige kraftanstrengelse, som udgjorde hans liv.

Man har spekuleret over den kombination af heldige omstændigheder, som var grundlaget for Niels' succes. Jeg tror, at bestanddelene i hans liv på ingen måde var et spørgsmål om tilfældigheder, men at de var dybt rod-fæstede i hans personligheds væsen. Naturligvis var det, at han i sin hengivne og dybt forstående broder Harald havde en så nær ven, som på samme tid var en mand af stort menneskeligt og videnskabeligt format, måske næsten rent held; under alle omstændigheder var det særdeles betydningsfuldt. Men det var ikke held, snarere en dyb indsigt, som i de unge år ledte ham til at finde en hustru, der, som vi alle ved, så afgørende skulle medvirke til at gøre hele hans videnskabelige og personlige virksomhed mulig og

harmonisk. Hans forunderlige indsigt i naturens hemmelighedsfulde værksted ville have gjort ham til en meget stor videnskabsmand, selv om han ikke havde levet og var begyndt at virke på et tidspunkt, hvor fysikken netop behøvede en sådan mand, og det var ikke held, men intuition, som fik ham til at gå på tværs af al tradition og slå ind på netop den vej, der skulle føre til en udtømmelig, ny verden af videnskabelig forståelse.

Niels Bohrs alsidighed

Af Paul A. M. Dirac

Foruden at være dybt optaget af de grundlæggende problemer i fysikken var Niels Bohr interesseret i mange spørgsmål inden for filosofi og psykologi såvel som fra dagliglivet, og til at opklare disse anvendte han sine store evner til at iagttage og ræsonnere. Han elskede at fortælle om de ideer, der netop optog ham, og han gjorde det som oftest temmelig udførligt med en gradvis opbygning og afklaring af argumenterne, efterhånden som han gik frem. Ved sådanne lejligheder syntes han på en måde blot at tænke højt og lod sig ikke påvirke af tilhørernes reaktion. Skønt tilstedeværelsen af tilhørere således kun var af sekundær betydning for ham, virkede det, han sagde, altid meget inspirerende på dem, som hørte på ham.

Jeg har ofte haft det held at høre disse fremstillinger og vil gerne her omtale nogle enkelte, som har fæstnet sig særligt i min erindring. Jeg er dog bange for, at nogle af argumenterne ikke vil virke synderligt overbevisende, således som jeg fremlægger dem, men det skyldes i så fald min mangelfulde hukommelse. Som de blev fremført og udviklet af Bohr, med den omhu, som han viede hvert enkelt punkt, virkede de overbevisende.

Engang, da vi gik en tur i en af skovene uden for København, samlede Bohr en kæp op og gjorde opmærksom på, at når man bruger den som undersøgelsesredskab og støder til forskellige genstande med den, så er det, som om ens følesans sidder i enden af kæppen og ikke i hånden, som holder den, skønt det naturligtvis er hånden, som direkte modtager sanseindtrykkene. Kæppen synes at være en forlængelse af ens arm. Dette viser, hvorledes hjernen indstiller sig på at koncentrere sig om de væsentlige træk ved de oplysninger, den modtager fra sanserne, og ser bort fra uvæsentlige, mellemliggende trin. Ved en sådan simpel iagttagelse, som de fleste mennesker ville overse, viste Bohr, med hvilken opmærksomhed han omfattede psykologiske spørgsmål.

Et andet eksempel drejede sig om gangstere. Efter at have set en film, i hvilken det hver eneste gang lykkedes helten at skyde enhver gangster ned, der gjorde forsøg på at skyde ham, udtænkte Bohr den psykologiske årsag til dette held, nemlig at enhver handling, som er resultat af en beslutning,

der skal træffes, udføres relativt langsommere end en handling, der er en reaktion på en ydre tilskyndelse. Hvis en gangster således bestemmer sig til at trække sin revolver for at skyde helten, så er hans handling tilstrækkelig langsom til, at helten, som ser, hvad der er ved at ske, og bliver klar over, at han må handle øjeblikkeligt for at redde sit liv, kan trække sin revolver hurtigere og skyde først.

Nogle af Bohrs elever betvivlede denne forklaring og købte nogle legetøjs-pistoler for i praksis at prøve den på Bohr. Det viste sig, at Bohr altid var i stand til at skyde først på enhver, som havde bestemt sig til at skyde ham.

Jeg var ikke i København dengang dette blev demonstreret, men kom lidt senere. Bohr fortalte mig om teorien og fremstillede den i en almen form, ifølge hvilken to bevæbnede banditter, der står ansigt til ansigt, og som ønsker at dræbe hinanden, er ude af stand til at gøre andet end at tale, fordi den af dem, som bestemte sig til at skyde, ville være død, inden han kunne bringe sin beslutning til udførelse.

Også børsproblemer var genstand for Bohrs opmærksomhed. Han betragtede et forenklet tilfælde, hvor der kun handles med pålidelige obligationer og aktier, så at man ikke er udsat for bedrageri, og begrænsede sig ydermere til de kortfristede virkninger af køb og salg på et bevægeligt marked. Køber og sælger man helt tilfældigt, har man lige store chancer for at vinde og tabe, når man ser bort fra skat og kurtage. Der vil imidlertid altid være nogle, som gennem deres forbindelse med et eller andet selskab har underhåndsviden om, hvor godt selskabet klarer sig, og som derfor er i stand til at tjene penge ved at benytte denne viden, når de køber og sælger. Der opstår nu det spørgsmål, hvem vinder de pengene fra?

Taget i gennemsnit kan de ikke vinde fra folk, der køber og sælger tilfældigt, men kun fra dem, der ved at studere offentliggjorte forretnings-rapporter har erhvervet en begrænset viden, og som handler ud fra denne. Sådanne folk finder f. eks. et selskab, der ser solidt ud, og hvis aktier synes at være billige i betragtning af de lovende udsigter. De køber så aktierne. Men herved gør de netop det forkerte. De burde spørge sig selv, hvorfor disse aktier bliver solgt billigt, når udsigterne synes så lovende. Svaret på dette spørgsmål er sandsynligvis, at der findes folk med underhåndsviden, som er klar over, at udsigterne ikke er så lovende, som de synes at være, og som derfor sælger og trykker prisen. Den konklusion, som Bohr nåede til, var altså, at den, som handler ud fra begrænset kendskab, gennemsnitligt vil slippe dårligere fra det end den, som køber og sælger tilfældigt.

Bohr beskæftigede sig også med alderdommens problem. Hvilken værdi har gamle mennesker, som er ophørt med at gøre nyttigt arbejde? Hvorfor skal de blive ved med at leve? Han gav et udmærket svar. De skulle fortsætte med at leve, for at de, der ikke var helt så gamle, skulle føle sig unge i sammenligning. Hvis nogle lever, til de er 80, så kan de, som kun er 60, føle sig forholdsvis unge. Man ville ikke løse alderdommens problem ved smertefrit at aflive alle mennesker, når de havde nået en bestemt alder (Bohr brugte som eksempel det temmelig drastiske tal 40), fordi folk, der nærmede sig denne alder, da ville føle sig gamle. Man ville simpelthen have fremskudt den alder, hvor folk begynder at føle sig gamle. Bohr var selv langt fra gammel, da han udtænkte disse argumenter.

På et vist tidspunkt var Bohr overordentlig interesseret i genetik, og han afholdt en konference om dette emne i København i 30'erne, hvori der deltog såvel fysikere som biologer. Interessen var dengang hovedsagelig rettet mod mutationer. Man beskrev nogle forsøg, som viste, at hastigheden af spontane mutationer voksede med temperaturen efter samme lov som hyppigheden af monomolekulare, kemiske reaktioner. Dette gjorde det sandsynligt, at mutationer simpelthen er kvantespring, som optræder i de enkelte molekyler. Det var spændende for fysikerne at se, at deres kvantelove kunne benyttes på biologiske processer. De mutationer, der frembringes af røntgenstråler, var mere problematiske. Det blev påpeget, at disse inducerede mutationer for størstedelen er de samme som dem, der optræder spontant, til trods for den langt større energi, der er til rådighed – et resultat, der var meget vanskeligt at forstå, og som derfor blev indgående diskuteret, uden at man dog nåede til nogen endelig konklusion. Under konferencen var Bohr hovedsagelig tilhører og ikke taler. Han var ivrig efter at høre alt, hvad biologerne havde at sige.

Bohr var interesseret i alle biologiske spørgsmål og den bemærkelsesværdige hensigtsmæssighed, som naturen har opnået under evolutionen, optog ham meget. Således er det menneskelige øje følsomt over for selv et ganske lille antal lyskvanter. Et andet, mindre kendt eksempel, som Bohr også omtalte for mig, var skeletstrukturen hos pterodactylus. Den består af et kompliceret system af stivere, som igen er forstærket af mindre stivere og så videre, og som følge deraf bliver skelettet tilstrækkelig stærkt og samtidig utrolig let. Et eksemplar med et vingefang på 7 meter har måske haft et skelet, der næppe vejede 100 gram.

Raceforfølgelserne i trediverne bekymrede Bohr dybt. Han anvendte sine

store evner for logisk tænkning til at blotstille de vildfarelser, som de hvilede på. Den store forskel mellem mennesker og de lavere dyr er den, at de førstnævnte kan tale og derfor kan lære af deres forgængere. Således opstår det, vi kalder tradition. Bohr understregede, at for mennesker er tradition vigtigere end nedarvede egenskaber, netop fordi det er det træk, som adskiller mennesket fra de lavere dyr. Forskellene i de nedarvede egenskaber hos de forskellige menneskeracer er en betydningsløs faktor i sammenligning med den for alle racer fælles evne til at lære af deres forgængere og således bygge en kultur op og gøre fremskridt.

Hvor det drejede sig om at overveje abstrakte filosofiske spørgsmål, var Bohr yderst opmærksom på de begrænsninger, som en mulig tvetydighed i ordenes betydning medfører. Denne tvetydighed kan være afgørende for, hvorvidt et udsagn er sandt eller falsk. Bohr mente, at den højeste visdom nødvendigvis må udtrykkes gennem brug af ord, hvis mening ikke kan defineres entydigt. Sandheden i et udsagn af den højeste visdom er altså ikke absolut, men kun relativ til en passende mening af de tvetydige ord i udsagnet, og som følge heraf har det modsatte udsagn også gyldighed og er også visdom. Bohr belyste dette med eksemplet: »Der er en Gud«, et udsagn af stor visdom og sandhed, og det modsatte »Der er ingen Gud«, også et udsagn af stor visdom og sandhed.

Efter atombombens fremkomst var Bohr stærkt foruroliget ved truslen om menneskehedens totale udslættelse. Han arbejdede intenst for at finde en logisk måde, hvorpå situationen kunne gribes an, og drog den slutning, at den eneste mulige løsning lå i fuldstændig åbenhed nationerne imellem. Han offentliggjorde sine argumenter i et åbent brev til De Forenede Nationer. Den gensidige mistro mellem nationerne har ulykkeligvis været for stor til, at fornuftens stemme blev hørt, og spørgsmålet er den dag i dag det alvorligste for menneskeheden.

Træk af et samarbejde

Af Hans Henrik Koch

En sen augusteftermiddag i 1955 var en lille gruppe fra den i begyndelsen af året af regeringen nedsatte forberedende atomenergikommission under Bohrs ledelse på udflugt til den østre kant af Roskilde fjord. Kunne der findes passende arealer dér, ville de være egnede til at bygge en atomenergiforsøgsstation på; ikke for langt fra København, i nærheden af en købstad i udvikling med boliger, skoler, sygehus og andre fællesanlæg, men på den anden side i rimelig sikkerhedsmæssig afstand fra nærmeste tættere bebyggelse. En af de lokaliteter, der frembød sig, var den geologisk mærkelige knøvs Bolund – næsten en ø ude i fjorden, forbundet med land ved en smal tange, der ved højvande er oversvømmet, og med sin skarpt afskårne profil ud mod fjorden, Vi gik ned til strandengene, og det syntes åbenbart, at stedet ganske bortset fra, at det var fredet, var uegnet til formålet. Bohr ville imidlertid ikke lade sig nøje med fornemmelser. Vi måtte have syn for sagn; af med sko og strømper og op med bukserne, ud i vandet, Bohr som den første over de skarpe sten og op ad skrænterne til toppen af Bolund – vores fornemmelse blev smukt dokumenteret; enhver tvivl, der måtte have kunnet være hos os eller senere ville være dukket op, var bortvejret: stedet var uegnet, og vi kunne med rolig samvittighed sætte et minus ved Bolund og koncentrere os om andre muligheder – og vi havde samtidig lært lidt om Bohrs arbejdsform.

Ved hjemkomsten fra USA og England efter krigen var Bohrs tanker og forhåbninger præget af de muligheder for en bedring af forholdet mellem nationerne, som den ny viden om atomkernestrukturen trods den allerede skete anvendelse ved atombombeangrebene mod Hiroshima og Nagasaki syntes ham at frembyde. Andetsteds er der gjort rede for det klarsyn, hvormed han allerede 1943–44 analyserede den politiske situation, som den ville være efter krigsafslutningen, og for de bestræbelser, han gjorde sig for tilvejebringelsen af et alment grundlag – uanset forskelle i ideologier og sociale og økonomiske systemer – for de fortsatte drøftelser mellem nationerne. Som videnskabeligt samarbejde må hvile på åben adgang til alle relevante oplysninger, pegede han på, at man også i forholdet mellem nationerne bør stræbe efter en tilstand af fuld gensidig åbenhed,

hvor – som han udtrykte det i sit »Åbne Brev til De Forenede Nationer« af 9. juni 1950 – »enhver nation kan hævde sig alene i den udstrækning, i hvilken den er i stand til at bidrage til den fælles kultur og evner at bistå andre med erfaring og hjælp«. Trods de skuffelser, udviklingen siden krigen førte med sig, vendte han bestandig tilbage til disse synspunkter, som syntes ham at indeholde den eneste mulighed for samling om en fælles menneskelig sag, hvis gennemførelse måtte ligge i alles dybeste interesse.

Den praktiske eller fredelige udnyttelse af atomenergien beskæftigede Bohr sig dengang kun sjældent med. Helt optaget som han var af sine politiske forhåbninger og bestræbelser var det ham en stor tilfredsstillelse alligevel at kunne finde tid til at genoptage det videnskabelige arbejde i det milieu, han havde været med til at skabe på Institutet for Teoretisk Fysik på Blegdamsvejen. Milieuets udpræget internationale karakter og den omstændighed, at fysikkens ny store resultater kun var vundet ved et mangeårigt samarbejde mellem videnskabsmænd fra næsten hele verden, indeholdt sikkert også et håb for ham om, at en fornyelse af de internationale videnskabelige kontakter kunne virke stimulerende tilbage på de politiske bestræbelser for en afspænding i den almindelige situation i verden. Fortrolig som han var med viden, der dengang blev betragtet som omfattet af den strengeste hemmeligholdelse, i hvert fald af militære, men måske også af kommercielle grunde, og dybt loyal over for de kredse i USA og England, han under krigen havde arbejdet sammen med, har han også følt nødvendigheden af at udvise stor tilbageholdenhed med her i landet at tage initiativet til, ja blot deltage i et arbejde, der sigtede mod udnyttelse af atomenergien.

Det var da også først, da andre havde taget den tanke op, at også vi burde begynde at arbejde inden for den praktiske, fredelige anvendelse af atomenergien, og navnlig efter at Bohr havde måttet forstå, at ledende kredse i England og senere i USA ville se med sympati på og støtte sådanne danske bestræbelser, at Bohr helhjertet gik ind for et dansk atomenergi-program.

Sagens gennemførelse hvilede lige så lidt på Bohrs autoritet som på nogens ønske om at hædre ham – således som det lejlighedsvis har været fremstillet. Den danske indsats blev omhyggeligt og omfattende forberedt dels af et udvalg under Akademiet for de Tekniske Videnskaber, dels af en forberedende atomenergikommission med deltagelse af et bredt udsnit af dansk erhvervs- og samfundsliv, og den nødvendige lovgivning vedtoges i Folketinget med almindelig tilslutning fra alle politiske partier. Her som

i andre lande føltes det ud fra en rolig og kølig overvejelse nødvendigt, at der skabtes mulighed for – videnskabeligt og erhvervsmæssigt – at deltage i den udvikling, der kan forventes som følge af den ny viden, til hvis opnåelse Bohr naturligvis havde ydet afgørende bidrag. Men da beslutningen var taget, atomenergikommissionens nedsættelse en kendsgerning, og regeringen henvendte sig til Bohr om at overtage formandsposten, svarede han beredvilligt ja – og dette uanset at hans arbejdsbyrde allerede var større end de flestes, og uanset at han havde opnået en alder, hvor mange langsomt mindsker deres pligter.

Med sin sædvanlige – for andre ofte uforståelige – energi og stor tålmodighed næsten kastede han sig ud i disse mange nye opgaver. Og som det gik med valget af forsøgsstationens beliggenhed, gik det med alle de andre praktiske problemer, der meldte sig – intet var så småt, at det efter hans opfattelse kunne negligeres, og alt krævede en tilbunds gående og omhyggelig behandling. Vi syntes sommetider for omhyggelig. Det mønster, Bohr brugte ved løsningen af teoretiske videnskabelige spørgsmål, anvendte han også over for praktiske administrative problemer – og drøftelserne kunne derfor ofte vare timer og dage. Han gik gerne rundt i arbejdsværelset, og dette kunne lede tanken hen på, at hans måde at nærme sig problemet på, var næsten krabbeagtig – sidelæns kantende sig hele omkredsen rundt med belysning ind på sagen fra alle vinkler. Og når processen – hvor vi andre ofte spillede statistens rolle eller følte os som den væg, bolden spilles op imod – var forbi, var problemet analyseret, konsekvenserne af foreliggende muligheder belyst, og en konklusion nået. Han anvendte bevidst denne metode, men var glad også for indvendinger og kritik mod egne argumenter. Bohr brugte at sige, at man, når man stod over for et vanskeligt problem, den ene dag måtte vågne dybt ulykkelig over dets vanskelighed, den næste glad i håbet om, at en løsning var mulig. Kun således drog man nytte af den inspiration, der ligger i at gennemleve hele det brede bånd af menneskelige følelser – men ledet måtte det være af viljen til at nå frem til en løsning. Tvivlen og den helt tiltetgørende kritik havde sin plads, men også begejstringen. Han fandt, at man skylder enhver ny idé at gå fuldt ind for den – kun derved får man afprøvet dens bærekraft over for indvendinger. I samtaler og drøftelser spillede spøgen sin store rolle – der er så ofte berettet om hans humor og glæde over spøg. Hans fond af anekdoter og skæmtehistorier var udtømmeligt, men blev ikke kun anvendt for at underholde, men for at stimu-

lere drøftelserne – bringe et nyt stemningsmoment ind og derved bidrage til at se det spørgsmål, der optog os, fra et nyt synspunkt. Hele denne arbejdsform, hvor også hans viden om andre dele af den menneskelige kultur blev draget ind, tog tid og passede dårligt for den, der var vant til hurtige beslutninger i en fortravlet tilværelse; man måtte give sig tid, men resultaterne af overvejelserne blev så meget desto sikrere, og de delta-gendes glæde over de tanker og synspunkter, man så levende og med så stor menneskelighed var ført igennem, uendelig meget større. Personlige sorger og bekymringer holdtes låst inde hos Bohr selv – dem hørte man intet om. Vanskeligheder og skuffelser, han mødte i sin gerning, derimod, blev gennemdrøftet, men med stor styrke indkapsledes det negative, og hvor spinkelt det end måtte være, fandt man altid frem til det punkt, der kunne åbne mulighed for at komme videre på konstruktiv og positiv vis – og al kraft koncentreredes herom.

Da arbejdet med den fredelige udnyttelse af atomenergien blev begyndt her i landet, tillagde Bohr det stor betydning, at man både i lovteksten og bemærkningerne til lovforslaget benyttede bløde almene formuleringer; arbejdet skulle således sigte mod »samfundets tarv« – og her tænkte ikke blot på anvendelsen af atomenergien til fremstilling af elkraft; det måtte også være til samfundets tarv at holde industriens muligheder for at deltage i udviklingen åbne og ikke mindst at fremme den videnskabelige forskning i bredeste forstand inden for dette ny erkendelsesområde; således bidrog man til landets almindelige placering blandt kulturnationerne i de fælles bestræbelser for at udnytte atomenergien til menneskenes bedste.

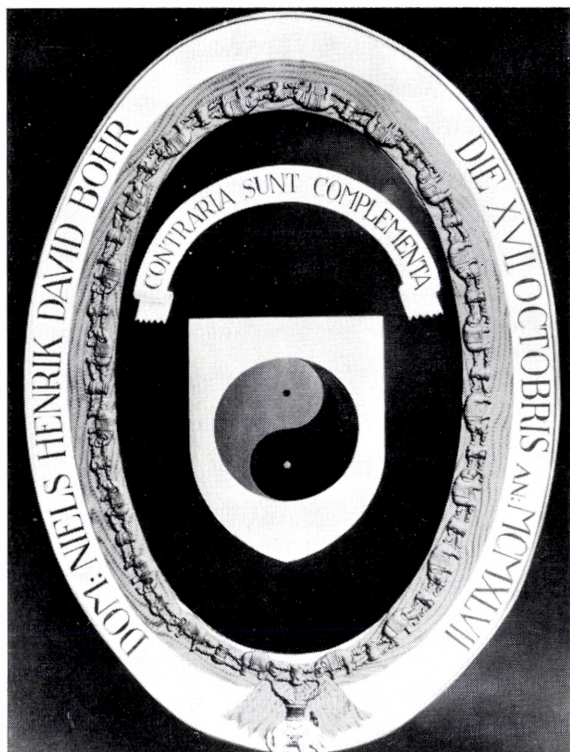
Den internationale videnskabelige tradition, han var vokset op i og selv havde bidraget så væsentligt til, gjorde det nærliggende for ham at tænke således, og også naturligt for ham at søge at passe det danske arbejde ind med bestræbelserne andetsteds, og han tillagde det derfor stor vægt, at vi her baserede vort arbejde på venskabelig bistand både fra USA og England. Men også efter at arbejdet på Risø var kommet igang, bidrog han væsentligt til institutionens frugtbare kontakter med udlandet. Hans ry i udlandet var ikke blot udtryk for beundring for en enestående videnskabelig indsats, men skyldtes ligeså væsentligt taknemmelighed for den inspiration, glæde og menneskelighed, han altid bragte med i samværet med andre – den der herfra har besøgt institutter for fysik ude i verden vil vide dette.



Fra besøget på Grønland i 1957. Niels Bohr i samtale med en gammel grønlander, »Kong Amos« i Igaliko med departementschef Eske Brun som tolk



Niels Bohr modtager diplom som æresborger i Narssaq. Diplomet overrækkes af kommunalbestyrelsens formand, færeholder Erik Egede. I baggrunden ses ambassadør Henrik Kauffmann



I 1947 fik Niels Bohr tildelt elefantordenen. I denne anledning skulle der komponeres et våbenskjold til ophængning i Frederiksborg Slotskirke. Bohr valgte det kinesiske symbol for Yin og Yang, de to modsatte og supplerende elementer, der tilsammen danner verden. Også valgsproget hentyder til komplementaritetstanken: Modsætningerne er komplementære



I 1955 indstiftede Dansk Ingeniørforening en Niels-Bohr medalje der uddeles for fremragende indsats inden for atomvidenskaben

Det der var karakteristisk for hans arbejdsform med sine medarbejdere, genfandtes i hans ledelse af kommissionens møder. Han var velorienteret om det, der kom til behandling. Uden at være medlem af kommissionens forretningsudvalg deltog han hver tirsdag eftermiddag i udvalgets møder og var således fuldt fortrolig med de spørgsmål, der førtes frem til kommissionen. Hans ledelse kunne ikke undgå at være præget af hans autoritet og den almindelige agtelse og beundring, også den kreds nærede for Bohr, men det var ham om at gøre – næsten til grænsen af det provokerende – at formulere sine egne indlæg således, at modsatte anskuelser kom frem for dagen, og argumenterne kunne prøves mod hinanden; intet lå ham her, så lidt som i videnskabelige drøftelser, fjernere end at søge tilslutning til en opfattelse, fordi det var hans. Netop vagheden i hans formuleringer var et udtryk for, at han ikke ønskede at påvirke nogen udover, hvad argumenter kunne bære.

Men var han end lyttende over for andres opfattelse og med stor indlevelsessevne helt åben for at lade sig påvirke af synspunkter og ny oplysninger, var hans ledelse af arbejdet i kommissionen alligevel præget af stor fasthed og praktisk sans – ethvert møde bragte sagen videre. Kun eet var han ængstelig ved. Han var gået ind for den forsigtige formulering af teksten i loven om nedsættelsen af atomenergikommissionen, og tilsvarende bestræbte han sig stadig på i kommissionen at undgå beslutninger af budgetmæssig eller programmæssig karakter, der ville binde kommissionen og afskære den fra udnyttelsen af muligheder, som senere kunne komme til at foreligge. Med den rivende udvikling, der fandt – og finder – sted også inden for dette felt, var sådanne begrænsninger ham imod; her som i hele sit videnskabelige arbejde mente han det afgørende at holde alle muligheder åbne for at kunne udnytte dem bedst muligt til det danske samfunds tarv.

Arbejdet i atomenergikommissionen morede Bohr og bragte ham mange glæder. Til disse hørte også det besøg, han gjorde på Grønland for – som det var hans skik – ved selvsyn at danne sig et indtryk af stedet og vilkårene for de danske geologiske undersøgelser efter uranforekomster.

Havde end atomenergikommissionens bestræbelser ofte et mere praktisk sigte, følte Bohr altid, at målet for denne som for enhver anden forskningsvirksomhed var at bidrage til fælles menneskelig viden, og det var herved hans håb, at vi igennem dette arbejde kunne bevare en stilling blandt nationerne, der svarede til vore traditioner.

Minder fra Tisvilde

Af William Scharff †

I anledning af Niels Bohrs 70-års fødselsdag i 1955 skrev en række af hans venner og nærmeste nogle små erindrings-essays om samværet med ham. Vennen og sommernaboen, maleren William Scharff valgte at sende sin hilsen formet som et brev. Som udgangspunkt valgte Scharff et samvær samme sommer, hvor Niels Bohr havde ladet sig portrættere af vennen. Nedenstående repræsenterer nogle uddrag af dette brev. For kontinuitetens skyld er enkelte af de udvalgte afsnit byttet om i forhold til den oprindelige sammenhæng, men ellers er der ikke foretaget nogen ændring.

Når du i sommer var undervejs over til atelieret, hørte jeg det på lang afstand som et kor af fugleunger, for du kom luntende midt i en flok børnebørn. De hang ved dine hænder, i din jakke, eller hvor de kunne få fat, og det var dejligt at se den åbenbare og gensidige glæde, I havde ved hinanden. Undertiden tænkte jeg, at det måtte kunne være svært for dig at arbejde i Pavillonen, når jeg hørte skaren myldre ud af huset under høje råb, hvor ordet »Farfar« stadig kom igen. Jeg må vist over for dig selv have givet udtryk for noget i den retning. I hvert fald husker jeg, at du en dag beroligede mig fuldstændigt ved at sige: »Det er sådan en lettelse at have alle børnene om sig.« – Det kunne ikke siges klarere. Din kærlighed til børn, din evne til at vække deres tillid og få kontakt med dem er noget centralt i din natur. Det er noget, jeg ofte har tænkt over. I tanken har jeg sammenlignet dig med H. C. Andersen, som du minder om i flere henseender og navnlig i dit forhold til børn. Det hænger sammen med din umiddelbarhed – din evne til at se alt med friske øjne.

Du oplever naturen med samme intensitet som barnet. Intet er så småt eller dagligdags, at du ikke kan glæde dig eller undre dig over det.

En nærmere kontakt med Margrethe og dig opstod først, da I for godt 30 år siden købte Lynghuset, da vi i et par år boede i Italien. Da vi kom hjem, var I blevet vore naboer. Lynghuset var dengang for os ét med Rigmor Stampe, som, da vi havde købt Spånekrogen i 1918, blev vor gode vejleder

og moderlige veninde. Da hun døde, var det en stor sorg for os. Lynghuset gled ud af vor verden, og vi kunne ikke ane, at det skulle få beboere, som vi kunne knyttes til i et livsvarigt venskab.

Lundene var tyndt befolket dengang. Foruden vore to huse var der kun Dagmar og Victor Bendix' og Julius Paulsens. – Vi dannede snart en lille kreds, der jævnlige sås og senere blev udvidet med Seedorffs og dr. Børges. – Julius Paulsen elskede at have gæster og gøre det festligt for dem. Hos ham kunne man endnu finde den atmosfære, der var typisk for firsernes kunstnerhjem. Der blev dækket op med store fade og et regiment af vinflasker. For at skabe den rigtige stemning skulle der, selv på lune sommeraftener, fyres i pejsten, skønt den altid røg gudsjammerligt. Jeg husker en sådan aften, da I og vi var der. Stuerne var så tilrøgede, at vi overhovedet ikke kunne være inde i huset. Vi måtte rykke udenfor, hvor der så i hast blev arrangeret borddækning, og vi spiste ved lampeskæret inde fra stuerne. En anden gang havde du og Ingeborg hinanden til bords dernede, og jeres konversation drejede sig for en del om den usædvanligt tunge og søde rødvin, der blev serveret. Da I begyndte at føle jer lidt øre i hovederne, undersøgte du flasken foran dig lidt nærmere og opdagede, at det var en kraftig portvin, I sad og drak til maden. – Den slags tog man ikke så nøje hos Julius. – Når kredsen samledes hos jer, var vi altid ivrige efter af din egen mund at høre om alt det nye, der skete i naturvidenskaben. Ikke mindst Julius Paulsen stillede dig ustandseligt spørgsmål, som ikke altid var lige lette at besvare.

Jeg husker således, at han en gang, da du med begejstring havde udviklet de nye ideer for os, sagde: »Ja, alt det kan nu være meget godt, men hvad så med det evige liv?« – Din tålmodighed var stor med os lægfolk.

I tidens løb prægedes vort samvær i Lundene i stigende grad af børnenes ustandselige færden fra hus til hus.

En tid var der en slags kunstakademi på stedet. De unge kunstnere mødte op i malerkitler, og der blev fremskaffet lærred og pensler. Jeg måtte give råd og vejledning og erindrer Aage som den, der bevægede sig på det højeste kunstneriske plan. Han var meget forarget på Lotte, som ustandselig vandrede fra staffeliet hen til det træ, hun havde valgt som motiv, og satte farve af på stammen, grene og blade for at sikre sig, at hendes maleri kom til at »ligne rigtigt«.

Ja, der var sandelig livligt i Lundene i de år, børnene voksede op.

Du husker vel nok dig selv som ivrig deltager i børnenes syvkortspil? Det var en stadig tilbagevendende beskæftigelse på regnvejrsdage og foregik omkring bordet i vores havestue. Senere foretrak børnene poker. Det kom til at høre til traditionerne i juleferien og ville gerne trække lidt længe ud om aftenerne, hvorfor du ikke sjældent kom ned hos os for at hente spillerne hjem. Hans var især ivrig, forvisset om glimrende kombinationer og stor snedighed. Du var som rådgivende tilskuer lidt slem til at holde ham nede og gøre ham usikker. For øvrigt glemte du undertiden dit ærinde. Så ringede Margrethe og spurgte, om I slet ikke havde tænkt at skulle i seng. En af de faste juleferietraditioner var din højtlesning om aftenen for børnene ved jeres pejs. Morten var ikke ret stor, da han fik lov til at være med. Jeg husker, hvor begejstret han var, når han kom hjem sådanne aftener. Her hørte han for første gang nogle af Dickens' juleeventyr.

I utallige spørgsmål, menneskelige og praktiske, har vi fået råd og støtte hos jer. Jeres aldrig svigtende interesse for mit arbejde og de vanskeligheder, jeg der har haft at kæmpe med, har haft og har en umådelig betydning for mig. – Husker du vor tur til Bergsjöholm, da jeg arbejdede på udsmykningen dér? Dr. Børges og professor Klein var med. På hjemturen kom vi for sent til sidste færge. Praktisk som du er, satte du dig straks i bevægelse for at leje en. Det lykkedes dog ikke, og vi måtte overnatte i Helsingborg. Det kneb med hotelplads til os alle. Det var vist Margrethe og dig, som fik det første værelse, meget fornemt, med himmelseng og dikkedarer på forhøjning. Efterhånden gik det ned ad bakke. Klein og jeg, som var de sidste, der fik husly, endte i et lille hul, hvor vi tilbragte hele natten med at snakke.

Vores herlige familietur til Isefjorden efter muslinger ligger ikke så langt tilbage. Den mindes jeg ofte. – Margrethe og jeg var optaget af at se på børnene, som vadede rundt efter muslinger ude i fjorden – du indsugede stedets ejendommelige skønhed og blev meget interesseret i en græssende hest. Pludselig kaldte du: »Margrethe, Margrethe, kom og se hesten.« – Margrethe skulle dele din begejstring over skønheden i solens stråler henover dyrets blanke skind, dets smukke skulpturelle form og den sindrige mekanik i hesten, når den gnabbede det korte græs af. Bagefter kørte vi over til Roskilde Fjord, hvor jeg ser dig tydeligt for mig, liggende på maven på en bådebro, midt i en flok børn og som den ivrigste studere rejstimerne nede i vandet. – Dette hændte i en af de mange somre, der i erindringen synes

lige så solforgyldte som den i år, hvor vi, når vi sad i atelieret, følte at luften derude dirrede af varme og græshoppesang. Tiden fløj, medens de afbrændte tændstikker tårnede sig op på stolen ved din side.

I en længere årrække anvendte du mange kræfter på skovhugsten, som du indviede børnene i, efterhånden som de blev store nok til at være med. De elskede det, og du fik lejlighed til at få udløsning for din trang til legemligt arbejde og til at udnytte dine evner som praktisk organisator. Der var i årenes løb vokset altfor mange træer op omkring jeres hus, hvis omgivelser helt havde skiftet karakter. Det blev en hel lidenskab for dig at hugge dem om. Det kunne ske, at øksen gik i dit ben i stedet for i et træ, og i din iver røg der af og til også et par af vores – træer altså –.

I 1930erne forstyrredes dette idylliske familieliv i Lundene af den truende verdenssituation, som begyndte at mærkes direkte med strømmen af flygtninge fra Tyskland. Man fik indblik i de mange tragiske skæbner, og du var utrættelig i dit arbejde for at hjælpe de ulykkelige mennesker.

Den 31. august 1939 besøgte I os sammen med nogle fælles venner, bl. a. Haugen-Johansens, som nu er borte. Det var en skøn sommeraften og så stille, at vi efter middag kunne sidde udenfor med levende lys på bordet. Men den sædvanlige hyggelige stemning ville ikke indfinde sig. – Vi var trykkede og urolige over den alvorlige situation ude i verden. Ustandselig måtte en og anden ind i atelieret og lytte til radioen. Det ramte os alle frygteligt, da vi erfarede, at krigen var brudt ud. Snart efter tog vore gæster hjem. Ingeborg og jeg fulgte Margrethe og dig på vej. Det var svært at skilles. Længe blev vi stående ved skellet, inden vi, tunge om hjertet gik hver til sit under den klare stjernehimmel.

Inden længe skulle vi på nærmeste hold få krigen at føle, også på den lille sjællandske plet, vi bærer en fælles kærlighed til.

Mange ensomme ture gik jeg omkring jeres tomme hus i de år, I var borte fra Danmark. De sørgelige minder trænger sig på. Jeres hastige afrejse, Aages vanskeligheder for at følge efter, Moster Hannas og Rigmors fangenskab – og Ulla og Erik, som måtte efterlade deres lille Anne hos dr. Børges. Altid gik vi i angst og uro for, hvad der kunne tilstøde jer. Og som tiden gik, og krigen syntes uden ende, voksede vor ængstelse. Alt var mørke og håbløshed. Vort gamle liv i Lundene en fjern drøm. Nu søgte Gestapo efter våben i vore haver.

Alt dette er blevet historie.

Vi har genoptaget vort samvær i Lundene. Fornylig tilbragte vi en dejlig sommeraften inde hos jer sammen med Seedorffs og Johannes Pedersen.

Men de forfærdelige problemer, krigen skabte, står vi midt i. De behersker os, vi er blevet mere forjagede og ser derfor knapt så meget til hinanden som i gamle dage.

Lundene er også forandret. Der er ikke så fredeligt mere. Det mondæne Tisvilde er rykket os ind på livet. En fuldstændig kontrast til min barndoms-egn. Da jeg i halvfemserne boede hos mine bedsteforældre, var Tisvilde et afsides sted, helt isoleret fra de moderne bysamfund af Gribskov og Arresø. Befolkningen var næsten selvforsynende og levede på århundredgamle traditioner. – Hekse og troldtøj var realiteter for disse mennesker, som kun fik kontakt med omverdenen, når de med hestespand kørte til Hillerød, eller en sjælden gang til København. Det var – set med nutidens øjne – en såre »underudviklet« befolkning, men den havde sin sjæl i behold.

Da jeg som ung vendte tilbage til egnen efter første verdenskrig, var meget blevet anderledes. Fiskerlejet var blevet en landliggerby, og murer-mesterhusene skød op som paddehatte langs landevejen. Men i Lundene genfandt jeg »de tabte skove«. Det var en barsk, forblæst sandbakke, hvor civilisationen endnu ikke havde udslettet den oprindelige natur. Her boede endnu gamle mennesker, som respekterede troldtøjet oppe i Blæsbjerg. – Endnu da I kom dertil, var Lundene et nøgent landskab: Når vi stod på den lange sandmile, hvorpå vore huse ligger, og som strækker sig langt ind i skoven, kunne vi se Kullen. – I dag er alt forandret. Det, som for ikke længe siden var en øde egn, har nu næsten karakter af en villaby. Bungalowerne flourer, og de, der kommer efter os, vil opleve et helt andet Tisvilde end det, der drog os til sig.

Men himlen vil altid lyse af reflekserne fra havet og Arresø. Skoven er den samme. Kommende generationer vil, ligesom vi, opleve dens katedralstemning, dens dramatik og poesi. De vil lytte til vindens gang i trækroerne, den fine melodi i bladenes ringlen og det fjerne bølgeslag fra havet. Evighedsfornemmelsen vil fylde deres sjæl.

I en fjern fremtid vil en og anden, ligesom du og jeg, elske tusden, der om natten sidder med sine dejlige rødglødende øjne på mospuden ved den mørke træstamme. Månen vil lyse, store »El Greco« skyer drage over den mørke himmel, og skovkammen vil kaste sine skygger ud på den månebelyste jord og fremmane troldfolket, der huserede i Lundene i vor ungdom.

En stemning

Af Mogens Andersen

Graner og fyr. Nåle der knaser blødt og elastisk under fødderne. Klang af øxehug. Op gennem den lille lund i Tisvildehegns udkant. Ved min side Christian Bohr, der det forår levede sine sidste måneder. Tryk ved hans nærhed nærmede jeg mig brændehuggeriets centrum.

Store kraftige sving udført af en stærk mand, der lagde krop og sind i arbejdet, der var fyldt med så håndgribelige resultater. Sådan så jeg Christians far første gang.

Gæstfrit blev man modtaget. – Nu var jeg fanget ind i et meget stort menneskes venlige atmosfære.

Instinktivt sattes alle åndelige ressourcer i højt alarmberedskab. Her måtte ydes noget, her ville man gerne være på højden af sin ydeevne og lidt til.

Allerede ved dette korte første møde mærkedes den varme udstråling fra dette meneskelige menneske. Det var godt at være i nærheden af ham. Her var tryghed, munterhed og man følte, at ens liv og gerning var blevet mere betydningsfuldt.

»Hvad tænker de unge om Scharff, Giersing, Isakson og Weie«, var det første spørgsmål Bohr stillede mig, der ikke den dag anede, at den store interesse for kunst og den kunstneriske arbejdsform, som Bohr var i besiddelse af, skulle blive mig til så megen glæde igennem en menneskealder.

*

Sammenhængen imellem de vældige ændringer i vor erkendelse af omverden og vort eget sind, som følge af videnskabens fremskridt, og kunstens, især malerkunstens radikale brud med en gammel tradition, for at finde nye veje, er måske en selvfølge. – Bohr var levende interesseret i de nye landvindinger, som den moderne malerkunst med så stor fart gjorde i den tid han levede. – De første sætninger fra mit første møde, spørgsmålet om mit syn på bl. a. Giersing og Weie, svarede han selv på 30 år efter ved at sige, at de maleres arbejde var af en altafgørende betydning for den moderne malerkunst.

*

Bohr havde et stort billede af den meget teoretiske franske kubist, Jean Metzinger. En hest og en kvinde er motivet, der er malet ud fra de maler-teorier Gleizes og Metzinger formulerede i »Det kubistiske Manifest«.

Oftede har jeg set Niels Bohr, fuld af oplagthed, forklare sit syn og give sin tolkning af det billede. I hans øjne var glæden ved at give tanker form over for tilskuere, der ikke umiddelbart kunne se noget i det værk. – De kom med forestilling om, hvordan kunst skulle se ud. Som oftest krav til billedernes udseende, der var dikteret af det 19. århundredes udvandede naturalisme, som den gav sig udtryk i firsernes og halvfemsernes danske malerkunst.

Bohr var optaget af motivets eller rettere billedelementernes dobbelttydighed, at ansigt, lemmerne var skildret, så de sås fra flere sider. – De kubistiske maleres store indsats var jo netop at have åbnet døren til nye motiver og til en bevidst arbejden med de plastiske elementers mangetydighed. At en genstand kunne være flere ting, skifte, betragtes som ansigt, arm og frugtskål. Selve det maleriske sprog er på vej til at blive selve det kunstneriske indhold. – Bohr fulgte med interesse denne skiften i det maleriske billede, fulgte med til vor tids abstrakte maleri, hvor der endnu tydeligere arbejdes på at bryde fordomme med hensyn til, hvad et maleri er. Nu skabes nye motiver eller måske snarere nye kompositioner af elementer der endnu er uden navn – en videre indtrængen i det forunderlige, at billedets afgrænsede verden på een gang rummer en fast entydig helhed og de enkelte billedelementers mangetydige funktion, der beriger helheden, gør den levende og foranderlig.

Bohr sansede alle disse ting.

*

Muntre og fortrolige ture i Hegnet eller i haven på Carlsberg. Bohr gik rask og skiftede ofte retning uden at advisere en mere søvnig ledsager. – Hen ad en sandet vej i plantagen og så, vinkelret på retningen uden smålige hensyn til farbart terræn eller ej. En lang samtale, hvis man kan kalde det samtale. Det var snarere en lang monolog fra Bohrs mund. Man gik anspændt lyttende til den meget lave stemme. Intet ord måtte mistes. – Engang imellem svarede man på et direkte spørgsmål. Ens svar var nu ofte forudset af Bohr, man havde intet sagt. Bohr anede, hvad man bryggede på og sagde så pludseligt meget smilende: »Du må ikke tro, at jeg er så reaktionær«. Det var når samtalen drejede sig om politik, og hvornår gjorde den ikke det, før og efter krigen.

Vi gik og gik, skar genveje, der blev til omveje, søgte bort fra kendt vej. Graner og fyr, hele den scharffske billedverden vandrede vi rundt i. – Jeg husker den fryd Bohr viste da han fik at høre, at Picasso havde sagt: »Jeg søger ikke, jeg finder«. Her var så genialt sagt noget meget væsentligt om kunstens stilling i vort åndelige liv. Og Bohr vidste, at det var en kunst at lave videnskab og at der hører videnskab til at skabe kunst. Det gjorde det så godt at tale med ham. Hans intuition var imponerende. Bag en malers dunkle ord kunne han ane en form for mening og tanke, selv uddybe dens indhold og svare i en sætning, der åbnede nye muligheder og gav nyt mod til at fortsætte med eget arbejde.

*

Den lange cykeltur fra Tisvilde. Aage, Erik og Hans var med. En solvarm dag i august. Sammenhold og munterhed. Landskabet var vi eet med: Bakkerne, små stejle, cyklen i frigear. Niels Bohr i skjortærmer, kasket. – Himlen blå, med skyer, hvide klatter malet med frottéhåndklæde på himmelens blå stramme lærred. Op, ned. Vi svedte. Det gjaldt om at ligge i spidsen. – Bohr, foroverbøjet på cyklen, trampede og kørte til, men vore unge ben kørte endnu hurtigere. »Åh, åh, tænk på jeres gamle far«, råbte Bohr i det fjerne. Vi sagtnede farten og var manerlige et par kilometer, så igen en spurt og det samme råb om nåde fra Bohr. Men cykle kunne han. Og jeg tror, at han nød vore drillerier, venlige og glade, som de var. – Vi måtte have hvil, drikke sodavand. Senere bøv på en beværtning i Hillerød.

Om aftenen hjemme på Carlsberg læste Bohr højt. Endnu står i mit sind hans dæmpede stemme. Det var en god stemme. Følelser af dyb og underfundig art kunne den omslutte ved at give en ejendommelig mumlende musik i ord, et ritardando. Den føjede et meget personligt element til poesens virkelighed.

Christian, hans ældste søn var så ulykkeligt kommet af dage den sommer. Vi var alle fyldt af sorg. – Bohr hjalp og støttede os alle, erkendende livets vilkår. – Det var en levende glæde at opleve den stærke livskraft, der i de mørke dage i så rigt mål strømmede gavmildt ud over vore sind. Vi fortsatte vort arbejde og tog vor døde ven med i vort liv.

*

Den kunstneriske arbejdsproces fængslede Bohr. »Det gælder for malerne om at finde på noget nyt«, sagde han og ramte hermed noget væsentligt

i kunsten, hermed mentes, noget levende, noget der udvidede vor verden. – Der hvor ordene hører op, der begynder kunsten. Alle de stemninger, der skabes i vore sind og som sagt i ord vil blive usande, halve, deforme, alt det giver maleriet et udtryk for. Og Bohr følte så intenst, at det hørte med som et væsentligt billede af livet. Han, der prøvede så stærkt på at finde nøjagtige ord, helt præcist dækkende udtryk for resultater inden for sit eget værk, hvor han fandt de samme glæder og sorger ved arbejdet, som en maler – han var fuld af medleven og fornemmelse for kvaler og glæder ved et arbejde, hvor man ikke søgte, men fandt.

Samværet med Bohr i alle de mange år lever i min tanke som en smuk og munter blanding af cykelture – spadseren i Tisvilde, i haven på Carlsberg. Samtaler, opmuntring, visdom, opfindersnilde, glæde ved håndværk, vers og brændehugning.

En medmenneskelig omsorg og fornemmelse ud over alle grænser.

Om Far

Af Hans Bohr

Det er svært at tegne et billede af Far, der blot nogenlunde dækker det, han stod for i vore øjne. Et menneske med en uhyre aandelig kraft og spændvidde, der omfattede alt med aabent sind og som utrætteligt lagde al sin energi i løsningen af de opgaver, han blev stillet overfor i videnskaben, det praktiske liv og ikke mindst i menneskelige forhold.

Vore tidligste minder om Far gaar tilbage til boligen ovenover Institutet for Teoretisk Fysik. Han var som gennem hele sit liv optaget af strengt og koncentreret arbejde, men vi husker dog, hvorledes han ogsaa kunne gaa op i vor leg. Fra sine rejser medbragte han spændende legetøj, saaledes havde han en mekanisk bil udstyret med gear med fra Amerika, den skulle vi have samlet, men han gjorde det selv, og den gik saa længe, at selv børnebørnene har haft fornøjelse af den. Naar noget gik i stykker, kunne han næsten altid reparere det og gjorde det paa en saa solid maade, at det holdt. En knækket stok eller flitsbue blev saa god som ny, naar han havde beviklet den med staaltraad eller garn. Far havde i det hele taget stor interesse for mekanik og forklarede os gerne, hvordan maskiner fungerede. Naar vi en søndag havde lejet en baad ved Gammel Strand og var roet over til Christianshavns kanaler, skulle vi altid op i Vor Frelzers kirketaarn, baade for at nyde udsigten fra snelegangen paa spiret, men ikke mindst for at studere det store urværk, hvor man gennem ruden kan iagttage de enkelte detaljer, som saa man gennem et forstørrelsesglas. En gang, da Far gerne ville finde ud af mekanismen i et sindrigt urværk hos nogle bekendte, fik han af de noget bekymrede ejere lov til at skille det ad, og det lykkedes at sætte det sammen, saa det gik som før. Det kan i denne forbindelse nævnes, at Far lagde megen vægt paa, at vi fik et praktisk haandslag og vi fik timer i træsløjd og senere lov til at arbejde paa Institutets værksted under vejledning af værkstedsmesteren.

Skønt vore præstationer var meget beskedne, var han dog altid ivrig til at opmuntre os ved at paaskønne de mindste fremskridt, og vi har siden med taknemmelighed indset, hvilken gavn det var at faa indblik i de krav, der maa stilles til et saadant arbejde.

Far har taget sig meget af os og fra begyndelsen søgt at bibringe os noget af det, han selv holdt mest af og lagde vægt paa. Fra vor tidligste ungdom har han utrætteligt forsøgt at lære os at se kernen i et problem og at betragte tingene fra flere sider. Under maaltiderne, hvor vi var samlede, stillede han os opgaver i regning eller logisk tænkning, altid med en pointe, der afslørede, om vi havde forstaaet dem til bunds. I vor barndom var opgaverne naturligvis simple, saaledes den bekendte: »Naar een mand kan grave en have paa fire timer, hvor lang tid bruger saa to mænd?« Hvor ofte svarer et barn, der vel har lært regning i skolen, men endnu ikke at forstaa, hvad tallene dækker, ikke forkert paa dette for øvede saa simple spørgsmaal. Fars maal var, at vi skulle lære at tænke os om og gøre os begreberne klart, som naar han for eksempel spurgte: »Hvad vejer mest, et pund bly eller et pund fjer?« Man kan ogsaa nævne den lille spøg om »Katten, der har tre haler«. Beviset lyder saaledes: »Ingen kat har to haler, een kat har een hale mere end ingen kat, altsaa maa een kat have tre haler.« Skønt man godt ved, hvad der er forkert, er det dog ikke saa let at forklare, hvori fejlen bestaar, og stolt var Far, da hans treaarige søn Aage, idet han greb i luften, sagde: »Her, Far, er ingen kat, hvor er saa de to haler?« Senere var opgaverne sværere, som naar han spurgte: »Hvorfor skifter op og ned ikke, ligesom højre og venstre, naar man staar foran et spejl?« Eller Far prøvede vort kendskab til de simple fysiske love med en opgave som følgende: »I et glas vand svømmer et stykke is; naar isen smelter, vil vandstanden da synke eller stige?« Der var ogsaa opgaven med de to glas med henholdsvis vin og vand. »Hvis man tager en teskefuld af vinen og kommer den over i vandet og derpaa kommer en teskefuld af blandingen tilbage i vinen, vil der da være kommet mest vin over i vandet eller mest vand over i vinen?« Det var sjældent, at nogen uforberedt kunne give det rigtige svar, at der er kommet nøjagtig lige meget vin over i vandet som vand over i vinen. Selv om nogle af os var længe om at fatte svarene, glemte vi aldrig den belæring, man modtog, naar pointen gik op for en. Middagsbordet var i det hele taget et samlingspunkt for familien, hvor Far var ivrig for at høre om hver enkelts oplevelser og til selv at fortælle. Foruden opgaverne viste han os simple fysiske forsøg, der kunne udføres med gaffer, glas og ringe, og selv om Mor kom med spæde protester, deltog dog efterhaanden alle i øvelserne. Far havde et særligt trick med at føre svingninger fra en gaffel over i et glas ved behændigt at udnytte bordets resonanssvingning, et glas kunne bringes til at »synge«, naar man gned paa kanten med en vædet finger, og servietringe

blev ved skrining bragt til at trille baglæns eller kunne ved en stærk rotation om en finger løftes i vejret uden understøttelse.

Men det, Far ville give os, var ikke blot træning i logisk tænkning eller opgaver, det var for ham væsentligt, at man havde tænkt over livets problemer og forsøgt at kæmpe sig frem til en dybere forstaaelse. Han var vel ingen pædagog i sædvanlig forstand, og man fik ikke altid noget direkte svar paa spørgsmaal om vanskelige problemer, men var man taalmodig og lyttede, aabnede der sig et stort og rigt perspektiv. Han ønskede, at man ikke skulle lade sig nøje med det tilsyneladende og tilvante ved forklaringen af fænomenerne, men søge en dybere og mere generel løsning gennem en analyse af vore almindelige begreber og forestillinger og blev derved en pædagog i ordets egentlige betydning.

Far fremhævede altid, hvor afgørende menneskets situation var knyttet til brugen af ord, det var vort værktøj, hvis begrænsning man maatte kende. Saaledes forklarede han, at man ikke kan bruge ordet *mening* i forbindelse med livet eller universet, fordi dette forudsætter en forbindelse med noget udenfor altet, hvilket er en selvmodsigelse. Det evige spørgsmaal om livets mening fik derved en befriende udløsning, naar han med sin særlige udtryksform sagde, at det i hvert fald ingen mening havde at sige, at livet ingen mening har, og til Kierkegaards udtryk om at befinde sig paa de 70.000 favne vand kunne han med et blink i øjet tilføje: »Det er meget værre, vi hænger over en bundløs afgrund, og det vi hænger i er vore egne ord«.

Allerhelst udtrykte han sig gennem en historie med en pointe, der samtidig gav udtryk for spøg og alvor. Vi har hørt de fleste mange gange, men alligevel morede man sig hver gang og saa som i et glimt de dybere perspektiver. Der er historien om Sokrates og sofisten, hvor pointen er en drejning af ordet »det samme«. Ved hjemkomsten fra en af sine rejser kommer sofisten hen til Sokrates, der staar paa torvet i Athen og taler med de unge, og siger til ham: »Sokrates, staar Du stadig der og siger det samme om det samme«, hvortil Sokrates svarer: »Ja, Du, som er saa klog, Du siger vel aldrig det samme om det samme«. En af de historier, der maaske bedst giver udtryk for Fars syn paa livet er den smukke fortælling om de tre kinesiske filosoffer, der smager paa eddike, som i Kina kaldes Livets Vand. Den første siger: »det er surt«, den anden siger: »det er bittert«, mens den tredje, vistnok Laotse, udbryder: »det er friskt«. Som et udtryk for en af Fars kæreste sentenser, den om de to slags sandheder, de dybe sandheder, der kendes paa, at det omvendte ogsaa er en dyb sandhed, i modsætning til trivialiteterne, hvor det

omvendte udsagn er aabenlyst absurd, kan man nævne en historie, han fortalte om sin oldefar, rektoren paa Bornholm, der ville give skolebørnene forklaring paa teksten »Læg haanden paa ploven og se dig tilbage«. »Det betyder«, sagde han, »at I ved Jeres arbejde bestandigt maa holde Jer for øje, hvad I tidligere har lært«. »Men,« siger en af eleverne, »der staar jo »Læg haanden paa ploven og se dig *ej* tilbage«.« – »Naturligvis«, svarer rektor, »I skal gaa frisk til arbejdet uden at lade Jer hæmme eller tynde af det for-gangne«.

Under de livlige diskussioner angaaende mulighederne for nedarvning af psykiske egenskaber og karaktertræk fremhævede Far stærkt hvormeget misforstaaelser og fordomme spillede rolle i en saadan argumentation. Som en illustration paa vanskeligheden ved at frigøre sig fra en subjektiv opfattelse af saakaldte medfødte eller milieubetingede egenskaber fortalte han en historie om de enæggede tvillinger, der blev sendt til henholdsvis Harvard og Yale for at de kunne faa saa forskellig paavirkning som muligt. Det gik da ogsaa saadan at den ene udviklede sig til »A perfect Harvard gentleman«, medens den anden blev »A real Yale cad«, men »still there was no difference«, og pointen kom frem, naar Far bemærkede at historien var opfundet i det tredie store lærdomscenter i Amerika, nemlig Princeton.

I denne forbindelse kan man nævne, at hans indstilling til problemet om medfødte psykiske egenskaber var forbundet med den fordomsfrie opfattelse af de menneskelige kulturer som blomster, der kan indpodes og trives paa den grobund, der er tilstede i hvert barn uanset genotypiske forskelligheder.

Ved sin intense medleven og ved sin intuition og koncentration forstod Far at uddrage det væsentlige i enhver sag. Han var næsten altid optaget af et eller andet problem, hvori han havde set en pointe. Det kunne være en videnskabelig iagttagelse eller idé, en erkendelsesteoretisk tanke eller en belæring, han havde modtaget ved læsning eller samtale. Han ville da gerne delagtiggøre os andre deri, og for hver gang, han fremstillede problemet, uddybede han sine tanker og gav dem en bredere og mere almen karakter. Ofte kunne han udtrykke sig paa en ekstrem eller paradoksal maade, for, som han selv sagde, gennem overdrivelse at prøve ideen i dens yderste konsekvens. I diskussioner kunne han ofte blive ivrig, hvis han syntes, at vi andre ikke rigtig kunne følge ham, men bagefter laa det ham stærkt paa sinde, at hans ord ikke maatte opfattes som kritik, og han fremhævede da alle de punkter, hvori man var enige, og hvor godt han forstod ens synspunkter.

Naar vi havde besøg af vore venner, var Far ivrig efter at lære dem at

kende og høre, hvad de havde paa hjerte. Altid var han villig til at lytte og modtage, og man kan i sandhed sige, at intet menneskeligt var ham fremmed. Vi har aldrig hørt Far været uforstaaende over for andre menneskers meninger og han var parat til at tage selv de mest revolutionerende tanker op til debat. Det var, ligesom han havde tænkt dem i forvejen og havde vænnet sig til dem, hvor andre ofte først bliver forbavsede eller maaske forarges for saa at kæmpe sig frem til en større erkendelse.

Blandt vore bedste minder er de aftener, hvor Far læste højt. Han lærte os tidligt at elske de islandske sagaer, som han kendte ud og ind ligesom Snorres Heimskringla, hvorfra han huskede store dele. Det var ikke alene den logiske opbygning og dramatikken, der fængslede ham, men ogsaa den fine psykologiske karaktertegning, som for eksempel i stykket om Eindrides frieri. Han holdt ogsaa af at læse højt af Ibsen og Bjørnstjerne Bjørnson og kunne stadig citere Terje Vigen, som han havde lært udenad som barn. Ofte læste han de tankevækkende og stemningsfulde digte af Goethe og Schiller, hvor han lagde vægt paa, at vi havde forstaaet hvert ord, saa at meningen kom tydeligt frem. Han var ogsaa fortrolig med Dickens og Shakespeare og blandt vore danske klassikere især med Holberg, Kierkegaard, Paludan-Müller, H. C. Andersen og ikke mindst Poul Martin Møller, til hvis evigt unge fortælling »En dansk Students Eventyr« Far ofte vendte tilbage, og hvor han i beskrivelsen af Licentiatens vanskeligheder ved at tage en beslutning fandt en træffende illustration paa sine tanker om de komplementære træk i psykologien. Far havde en dyb kærlighed til poesi og lod sig gribe af de ægte følelser, selvom det maaske var humoren og det underfundige, der tiltalte ham mest. Han holdt især meget af den norske digter Wildenvey ligesom han elskede Mark Twain og morede sig over Stephen Leacock og Wodehouse.

Foruden litteraturen havde Far ogsaa stor interesse og sans for andre former for kunst, ikke mindst for maleri. Han havde et aabent blik for de muligheder og den fornyelse, der kom med den saakaldte »moderne« kunst og forsvarede i spøg den antydningssvise gengivelse som mere sanddru end det udførlige forsøg paa gengivelse af detaljer, som man alligevel ikke kan faa med. Han gik ofte med Mor og os andre paa udstillinger og de erhvervede en samling gode malerier af tidens kunstnere, som fyldte væggene paa Carlsberg.

Fra Tisvilde havde Mor og Far lært flere af kunstnerne personligt at kende, ikke mindst William Scharff, og gennem vor ældste bror, Christian,

der stod Mogens Andersen nær, kom de ogsaa i berøring med det yngre slægtled af malere.

Far var godheden selv og ville nødigt nægte os drenge noget; han kunne dog ogsaa blive vred over for alt for megen uartighed, men kun for hurtigt at ville skabe forsoning igen. Ved alt for megen paastaaelighed brugte han ofte udtrykket »Det er ikke nok at have uret, man maa ogsaa være høflig«. Selv besad han ikke »frækhedens naadegave«, som han kaldte det, og han kunne ikke faa sig selv til at gaa længere end til at sige: »Nu skal vi finde paa noget rigtigt godt at drille dig med«. Han elskede dog, at nogen slog paa de mere muntre strenge, og en god spøg og den vittige replik blev altid gouteret, ogsaa hvis det gik ud over ham selv. Da en kendt improvisator bad ham om at skrive noget i sin mindebog, kunne Far ikke straks finde paa noget, men Christian, der var hurtig i replikken, foreslog, at han skulle skrive: »Jeg er desværre ikke nogen improvisator«. Det var jo sandt og Far blev straks begejstret for forslaget, der dog efter længere overvejelser førte til, at han »improviserede« følgende: »Til syvende og sidst er hvert ord en improvisation«, og derved fik indfaldet en fin pointe. Far morede sig selv meget over følgende lille episode, der karakteriserer saavel hans egen som den bekendte fysiker Dirac's arbejdsmetode. Under udarbejdelsen af en artikel, hvor Far under ivrig vandring om bordet søgte at finde de rette udtryk, sad Dirac ganske tavs og uanfægtet, indtil han i en pause paa sin stille og rolige maade indskød: »When I was a boy I was always taught never to start a sentence without knowing the end of it«. (Da jeg var dreng, lærte man mig aldrig at begynde paa en sætning uden at vide hvordan den skal ende).

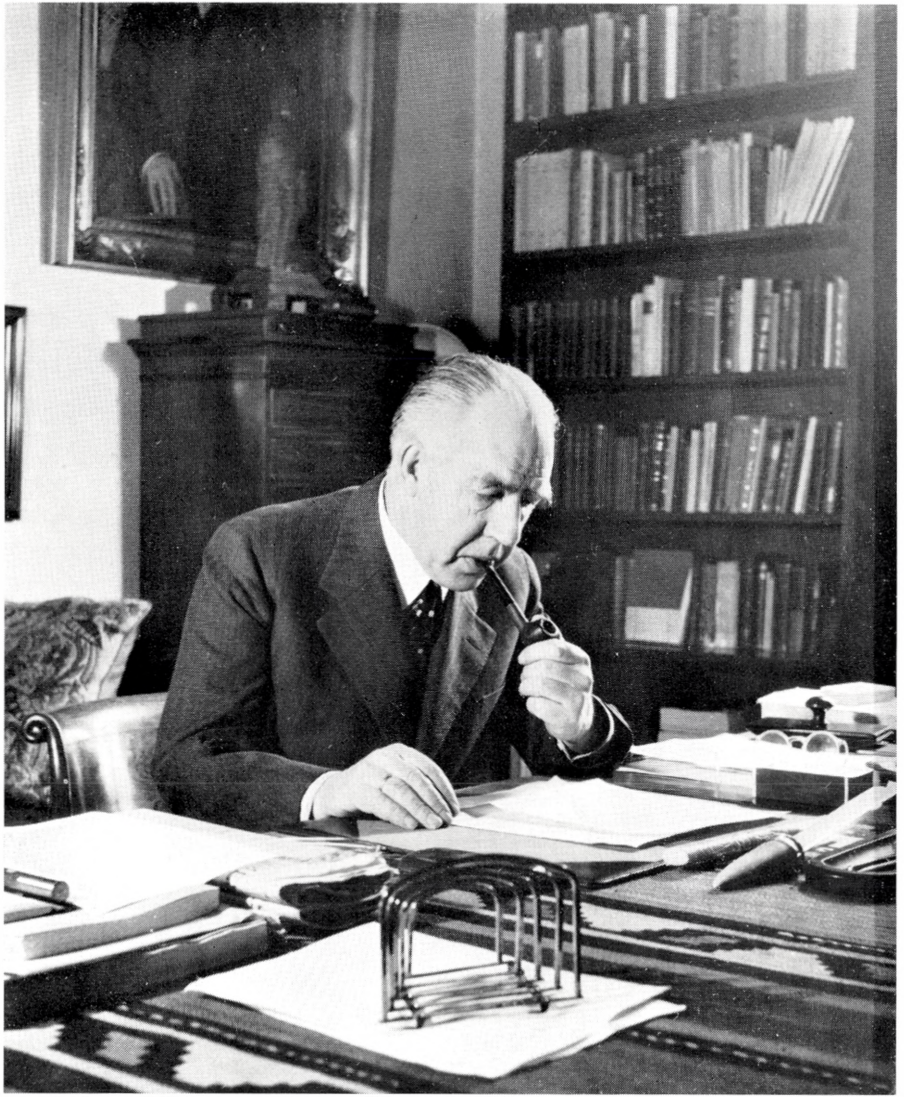
Vi husker en gang da Far fik en opringning fra politiet om, at én af os var blevet noteret for at have kørt uden cykellygte. Han begyndte rigtignok med at gaa i rette med synderen, som dog forsvarede sig, hvorefter Far endte med at sige, at vedkommende saa i alt fald kunne have fundet en anden vej hjem, hvor politiet ikke patruljerede. Han var netop saa menneskelig og naar han efter strengt arbejde trængte til at slappe lidt af og en sjælden gang gik i biografen, foretrak han ofte de komiske film med Fy og Bi eller Gøg og Gokke eller en tegnefilm frem for de mere alvorlige eller romantiske. Gennem mange aar købte han regelmæssigt Søndags B.T., hvor han morede sig over »Peter og Ping«, »Replikker fra en Damefrokost« eller »Dagligt Liv i Norden«, især var det dog for at løse kryds og tværs-opgaverne, specielt selvbyggeropgaverne, som han udviklede sig til en ekspert i at løse. Selv om han fandt ud af næsten alting



Niels Bohr med sine sønner
ved sommerhuset i Tisvilde



Niels Bohr, der selv var en
dygtig skiløber, indvier på
en ferie i Norge en sønne-
søn i skisportens kunst



selv, viste han dog ogsaa her sin glæde og tilfredsstillelse ved at drage andre med ind i et samarbejde, og det mindste bidrag blev modtaget med: »Hvor er du dog dygtig«.

Far arbejdede praktisk talt hver eneste dag i sit liv. Om morgenen tog han ind til Institutet, helst paa cykel, og vendte først sent om eftermiddagen tilbage til boligen paa Carlsberg for saa at genoptage arbejdet med en af medarbejderne fra Institutet om aftenen, hvis han da ikke skulle til møde i »Videnskabernes Selskab«, »Fysisk Forening« eller i »Selskabet til Naturlærens Udbredelse«, for hvilket han i en lang aarrække var formand. Det var karakteristisk for Far, at han sjældent forsømte nogen lejlighed til at skaffe sig oplysninger eller høre om nye synspunkter inden for alle grene af videnskaben, samfundslivet og menneskelige forhold i det hele taget. Altid kom han med aabent sind og lyttede koncentreret, og hvis foredragsholderen havde noget interessant at meddele, fulgte han hvert ord og opfangede det essentielle, som han bagefter kunne vise det i diskussioner eller samtale.

Om søndagen tog han med Mor og os andre paa udflugt i omegnen eller undertiden paa tur med de gamle venner, Niels Bjerrum, Holger Hendriksen, Ole Chievitz, Albert V. Jørgensen, med hvem samværet betød saa meget. Naar han vendte hjem var der dog altid arbejde, han maatte have fra haanden, før han kunne slappe af om aftenen i familiekredsen.

Selv naar vi flyttede ud til »Lynghuset« i Tisvilde om sommeren eller i kortere ferier, var der næsten altid en af Fars medarbejdere med. Her i Lundene havde Mor og Far i 1924 erhvervet en ejendom helt op til Tisvilde Hegn, og i den skønne egn, som han elskede, fandt han hvile og rekreation. Ind imellem det videnskabelige arbejde blev der tid til cykelture i skoven, badning ved stranden og boldspil, som Far langt op i aarene var meget behændig til. En særlig glæde havde Far af at passe grunden, det var hans maal at bringe hver plet frem til naturlig udfoldelse, og for at værne om skønheden og skaffe lys og luft, maatte nogle træer fældes. Dette skete først efter nøje overvejelse, og det var ham meget om at gøre, at alle interesserede havde givet deres bifald. En træfældning var en stor oplevelse for os børn, og den foregik efter de bedste forbilleder. Hver havde sin opgave at varetage, med økse, sav eller med at trække træet omkuld ved tovet, og Far deltog helst i alt fra selve fældningen til opstablingen af det savede og kløvede brænde. De træer, der havde lidt ved at staa i skygge, fik de visne grene savet af og barken rensat for lav med en gartners nænsomme haand.

I Tisvilde fik vi som unge ogsaa ofte lejlighed til at følge Far i det ar-

bejde, der ikke var af faglig art. Der var altid en betydelig korrespondance, og det tog ofte lang tid at besvare breve, enten de var af personlig karakter eller henvendelser om foredrag eller introduktion. Undertiden var der breve fra mennesker, der var optagne af den filosofiske side af Fars videnskabelige arbejder og tanker, og vi fik derigennem lejlighed til at følge Far uddybe sine tanker og de perspektiver, disse indebar. Senere fik vi paa Institutet og paa Carlsberg indblik i de store opgaver, Far paatog sig uden for sit videnskabelige virke. Vi husker blandt andet den iver, hvormed Far støttede planerne om skabelsen af Nationalmuseets nuværende bygning og ikke mindst det store arbejde, han før og under krigen gjorde for at hjælpe landflygtige videnskabsmænd. En gang brugte Far det meste af sommerferien til at redegøre for sine erkendelsesteoretiske synspunkter i en brevveksling med en fintfølede og begavet forfatter, der sendte ham et større filosofisk essay og en del af sit forfatterskab til gennemlæsning. Alt dette maatte Far have fra haanden ind imellem det rent faglige arbejde, og vi skiftedes til at skrive for ham. Efter et foreløbigt udkast begyndte et stort arbejde med den nærmere udformning. Dette gik altid langsomt og de forskellige udkast blev bragt med over til Mor, uden hvis godkendelse det ikke kunne fuldføres. Arbejdet foregik i Pavillonen, et lille straatækt, etværelses hus, der laa et stykke fra beboelseshuset ned mod maleren William Scharffs ejendom. Her kunne Far i fred og ro fordybe sig i sine tanker, kun afbrudt af gongongens ringning til maaltider og af sendebud om telefon eller besøg af gæster. I begyndelsen var der kun petroleumslampe, som i det øvrige hus, senere blev der ogsaa her indlagt elektrisk lys og tilsidst ogsaa telefonforbindelse.

I Tisvilde udvikledes der et varmt venskab med familien Scharff, vore naboer i »Spaankrogen« og for Far, saavel som for os andre var det en inspirerende oplevelse at lære William Scharffs varme personlighed og hans kunst at kende. Trods deres forskellige indstilling nærrede de stor forstaaelse og beundring for hinanden og der var en dyb overensstemmelse i den utrættelighed, hvormed hver for sig arbejdede med stoffet for at skabe harmoni mellem indhold og form.

De hyggelige aftener i »Spaankrogen« eller i »Lynghuset«, hvor der blev diskuteret om kunst og livsproblemer ind imellem den musikalske underholdning af de forskellige familiemedlemmer var et festligt samlingspunkt om sommeren. I denne kreds deltog ogsaa fru Dagmar Bendix og Dr. Børge's. Her lærte vi ogsaa digteren Hans Hartvig Seedorff og fru Spindevinde at kende, og naar vi gik tur i Tibirke Bakker var det en særlig fornøjelse at be-

søge dem i deres hjem, hvor man altid blev modtaget med en saadan hjertelig og umiddelbar gæstfrihed.

Midt i de lykkelige og frugtbringende aar rantes familien af den dybe sorg, at Christian, hvis rige evner gav saa mange løfter for fremtiden, skulle omkomme ved drukneulykke. Efter veloverstaaet studentereksamen var han med paa en sejlstur, som Far og vennerne foretog nogle gange om aaret i deres fælles sejlbaad, Chita. Mens Christian sad ved rorpinden, skyllede en sø ind og rev ham med sig over bord, og trods alle anstrengelser lykkedes det ikke at redde ham. Det var svært at bære det tunge slag, men den varme deltagelse, der blev vist Mor og Far fra saa mange sider, hjalp til at bære tabet, og gennem de udtryksfulde billeder, som Scharff, Julius Poulsen og Mogens Andersen malede, samt ved det legat, som Moster Hanna oprettede, blev der sat Christian det smukkeste minde. Legatet, der bliver uddelt hvert aar paa Christians fødselsdag d. 25. november, gaar til støtte for et lovende ungt menneske, og i det lille skrift, der følger med, har Far formaaet at give det skønneste udtryk for de følelser, der besjælede Mor og Far. Det følgende citat er hentet herfra:

»Hvad Fryd og Haab det første Barn, der kommer til et ungt Hjem, bringer, behøver jeg ikke at sige; om det samles jo Forældrenes Drømme om en rigere Blomstring af alt, hvad de selv fra deres Barndomshjem og gennem deres eget Liv har lært at elske af smukt og godt. Dog først naar de af egen Erfaring har indset, hvor lidet de evner at fjerne hver Sten paa Barnets Vej, formaar Forældrene rigtigt at skatte, at en Dreng, med et kærligt og ridderligt Sindelag som Christians, allerede fra ganske lille forstod at være sin Mor og Far en trofast Kammerat i Medgang og Modgang og i fuldt Maal at blive sine yngre Brødre den Støtte, som kun en ældre Broder kan være.«

Det er ikke muligt at fortælle om Far uden samtidig at fremhæve den betydning, Mor havde. Hendes mening og skøn var hans rettesnor i det daglige og hun delte i et og alt sit liv med Far. Hver stor eller lille oplevelse maatte Mor delagtiggøres i, ligesom hun naturligvis var hans nærmeste raadgiver i hver betydningsfuld afgørelse. Man kan heller ikke undlade at nævne den støtte, som Onkel Harald og Moster Hanna var for Far. Hvad Onkel Haralds dybe forstaaelse, hans kloge raad og opmuntring betød kunne kun Far selv tilfulde vurdere. Med sit smittende lune skabte han altid en festlig stemning, og vi forstod den kærlige beundring, der laa bag ved hver drilende spøg. Vi havde alle den største beundring og respekt for Moster Hanna, ikke blot som rektor for vor skole, men især for den retliniede karakter

og den trofasthed og beslutsomhed, hun altid viste, og vi nød alle godt af hendes kærlige omsorg. Gennem mange aar inviterede hun os paa juleferie rundt omkring paa forskellige pensionater i Danmark, nogle gange ogsaa til Sverige og Norge, hvor de dejlige skiture i fjeldet var den bedste rekreation, Far kunne faa.

De mange medarbejdere, der allerede fra Institutets første tid søgte Far, satte naturligvis ogsaa deres præg paa hjemmet. Nogle var der saa lang tid, at ogsaa vi børn lærte dem godt at kende og til vore minder fra barndommen knytter der sig mange »Onkler« af forskellig nationalitet, deriblandt Onkel Kramers, Onkel Klein, Onkel Hevesy, Onkel Nishina og Onkel Heisenberg. De kom ofte med hjem med Far, ligesom de fulgte med ud til Tisvilde om sommeren og ind imellem arbejdet deltog i vores leg og sport. Senere kom den yngre generation, der bidrog til at skabe den festlige stemning ved de aarlige sammenkomster paa Institutet, hvorfra skæmt og vid blandt andet er nedfældet i de forskellige numre af »Journal of Jocular Physics«, der udkom hvert 10-ende aar til Fars runde fødselsdage. Hvilket privilegium har det ikke været for os at møde alle disse højt begavede mennesker, med saa vidt forskellig indstilling og natur, der bragte en atmosfære af fordomsfrihed og begejstring og som var med til at skabe den særlige »Copenhagen Spirit« omkring Far.

I den selskabelighed og gæstfrihed, der udfoldedes og som var en forudsætning for et saadant samlingssted, var Mor det selvfølgelig og uundværlige midtpunkt. Det hjem, hun skabte i villaen paa Blegdamsvej og senere paa Carlsberg blev et arnested for Fars arbejde. Far vidste, hvor meget Mor betød og forsømte aldrig nogen lejlighed til at vise sin taknemmelighed og kærlighed.

Vi har alle haft lejlighed til senere at være med Far paa en af hans mange rejser og har her faaet det stærkeste indtryk af den beundring og hengivenhed, hvormed han blev modtaget af sine mange tidligere medarbejdere og af hele den videnskabelige kreds omkring ham.

Hans rejser gik foruden til de forskellige lande i Europa især til U.S.A., hvor han opholdt sig mange gange siden sit første besøg i 1923. I 1934 var han for første gang i Sovjetunionen, og han omfattede forholdene der med stor interesse. Efter indbydelse til at holde foredrag ved universiteterne i Japan og Kina tog Far sammen med Mor i 1937 ud paa en 6 maaaneders rejse omkring jorden, hvor jeg fik den enestaaende chance at være med. Efter ophold i Princeton og Berkeley og besøg ved flere amerikanske

universiteter tog vi over Honolulu til Japan og Kina og derfra med den transsibiriske jernbane tilbage over Sovjetunionen.

Ved ankomsten til Yokohama blev vi modtaget af professor Nagaoka i spidsen for de japanske fysikere, deriblandt de tidligere medarbejdere ved Instituttet paa Blegdamsvejen, Nishina, Takamine, Kimura, Fukuda og Sugiura, der med deres familier viste os saa stor og hjertelig gæstfrihed. Far skulde holde foredrag ved Imperial University i Tokyo om kvanteteori og komplementaritet samt om de nye teorier for kernereaktioner, der blev demonstreret ved en lille model, fremstillet paa Instituttets værksted før afrejsen fra Danmark. Foredragene, der var meget inspirerede, blev modtaget med stor begejstring, og naar man ved, hvor megen vægt Far lagde i udformningen af hver sætning og at han aldrig talte efter manuskript, kan man forstaa, hvilken præstation der blev ydet saavel af ham som af Nishina, der oversatte til japansk. Far var ogsaa inviteret til universiteterne i Sendai mod Nord og Kyoto, Osaka og Hakate mod Syd paa hovedøen Honchu, og foredragene blev ligeledes her oversat af Nishina, der med flere af Fars tidligere medarbejdere fulgte os rundt paa rejserne i landet. Herved fik vi en enestaaende lejlighed til at lære livet i Japan at kende og at se de vidunderlige templer og slotte med de pragtfulde udsmykninger og kunstskatte. Vi kom ogsaa til at se nogle af de berømteste naturskønne steder som Nikko, hvor templerne for Tokugawa-dynastiet ligger ved indgangen til en bjergkløft med prægtige vandfald, og Matsushima med Matsamunes tempel ved kysten med de skønne fyrretræsbevoksede øer, samt Miajima ved indlandssøen Setopaikai og naturligvis Fujijama ved Hakone sø.

Ved en af de mange festlige sammenkomster med vore værter var der en fremtrædende videnskabsmand, der paa den elskværdige maade, som er saa karakteristisk for orientalerne, sagde, at ligesom vi nu havde set, at det virkelige Fujijama var endnu smukkere end man kunne forestille sig fra billeder, saaledes havde de nu oplevet, at Far var et endnu større menneske, end det billede, de havde kunnet danne sig af ham. I sin takketale, hvor Far nævnte, hvor meget samarbejdet med de japanske fysikere havde betydet for ham, og det overvældende indtryk, han havde modtaget af kulturen og skønheden i dette land, brugte han paa sin side Fujijama som symbol paa komplementaritet, idet han beskrev de indtryk, man fik under de forskellige belysninger og synsvinkler som komplementære i den forstand, at de kun tilsammen gav det fulde og betagende bil-

lede af de luftige og rene linier i dette bjerg, saaledes som det er forsøgt gengivet i Hokusai's berømte »Hundrede billeder af Fujijama«.

Som en særlig æresbevisning blev Far og Mor inviteret til garden party i kejserens palads, hvor de blev indviet i theceremonierne, og senere var Far ogsaa i audiens hos kejseren, ledsaget af den danske gesandt Bertouch-Lehn, der viste os saa stor venlighed og hjælpsomhed.

Ogsaa i Kina blev Far modtaget med stor hjertelighed af baade ældre og yngre fysikere, der var begejstrede for de foredrag, han holdt i Shanghai, Hangchow, Nanking og Tsinghua Universitetet ved Peking. Vi blev vist rundt i de pragtfulde paladser og templer, hvoriblandt ikke mindst pagoderne i Hangchow og de skønne Minggrave ved Nanking og Peking er levende minder om den høje kultur. Med glæde mindes vi de fine og elskelige mennesker, der bidrog til at gøre opholdet ogsaa i Kina til en saa rig og uforglemmelig oplevelse for os, og med taknemmelighed tænker vi paa den venlighed, der blev vist os af minister Oxholm og andre danske i Kina.

Paa hjemrejsen skulle Far holde foredrag i Moskva og Leningrad. Begge steder nød vi stor gæstfrihed og fik stærke indtryk af de store bestræbelser, der var igang for opbygning og uddannelse. Det var interessant at se den begejstring, der var for at høre Far ogsaa blandt menigmand, selv om foredragene mest var beregnet paa fysikkyndige.

Naar jeg i det foregaaende har fortalt saa meget om denne rejse, er det fordi Far med det aabne sind og den dybe interesse, der var hans særkende, levede sig ind i de fremmedartede forhold og saa ofte siden vendte tilbage til sine indtryk herfra. I mere uformelle diskussioner og samtaler med videnskabsmænd fik han ogsaa lejlighed til at udvikle sine synspunkter paa forholdet mellem de menneskelige kulturer og det glædede ham at finde saa dyb forstaaelse og genklang for sine ideer netop her i disse lande, hvor kulturen har saa dybe rødder, men saa forskellig baggrund fra den vesterlandske.

I aarene, der fulgte, var Far optaget af den rivende udvikling i de kernefysiske problemer og af de udvidelser paa Instituttet for Teoretisk Fysik, som dette førte med sig, men mere og mere blev hans tid og tanker optaget af den truende verdenssituation. Andet sted i denne bog er dette blevet skildret, og min bror Aage, der fulgte ham til England og Amerika under krigen, har givet en beretning om det arbejde og de bestræbelser, der optog ham i denne tid.

Efter krigen var Far paa mange andre rejser. Han var til videnskabelige sammenkomster og foredrag i Skandinavien, England, Frankrig, Tyskland og i Amerika, hvor han paa en af sine rejser i 1957 modtog atomfredsprisen fra den amerikanske regering. Sammen med Mor var han to gange i Israel, blandt andet til indvielsen af det fysiske laboratorium i Weizmann-Instituttet, endvidere i Grækenland og paa et længere ophold i Indien. Paa disse rejser, hvor Far var inviteret til at holde foredrag, blev han modtaget med stor hjertelighed og gæstfrihed, og foruden videnskabsmænd traf han ogsaa statsmænd og indflydelsesrige personligheder, med hvem han drøftede de bestræbelser for et større internationalt samarbejde, som han viede saa stor en del af sin tid og sine kræfter i de senere aar. Ved det sidste besøg i Sovjetunionen i 1961 glædede Far og Mor sig over igen at træffe gamle venner og over at se den udvikling, der var foregaaet siden deres forrige besøg.

Mellem disse mere anstrengende rejser var Far og Mor i den sidste tid paa en aarlig ferietur til Italien, hvor de begge nød solen og hvilen, og hvor Far hentede nye kræfter til sit arbejde.

Det var jo saa karakteristisk for Far, at han altid var intenst optaget af alle de problemer, han mødte, og at han aldrig ville lade nogen mulighed for en større forstaaelse af videnskabelig eller menneskelig art være uforsøgt og ikke hvilede, før hver opgave, han følte sig paalagt, havde faaet en tilfredsstillende løsning.

Naar vi tænker tilbage, er det med taknemmelighed vi mindes alt det, han har kunnet give og være for os ogsaa ved siden af det rige virke, der optog hans tid. Hver dag er der noget, vi gerne vil spørge ham om, og vi maa savne hans raad og støtte. Saa stor han var som videnskabsmand og saa dyb en indsigt han havde i livets forhold, var det dog som menneske, han var størst for os.

Åbent brev til De Forenede Nationer

Niels Bohr

Jeg henvender mig til den organisation, som er oprettet for at fremme samarbejdet mellem nationer vedrørende alle forhold af fælles interesse, med nogle betragtninger angående den tilpasning af nationernes indbyrdes forhold, der kræves af vor tids store udvikling på videnskabens og teknikkens område. Samtidig med at denne udvikling rummer rige løfter om forbedring af folkenes levilkår, har den, ved at give menneskene stadig frygteligere ødelæggelsesmidler i hænde, stillet vor hele civilisation på den alvorligste prøve.

Min tilknytning under krigen til det amerikansk-britiske atomenergiprojekt gav mig lejlighed til over for de pågældende regeringer at fremlægge synspunkter vedrørende de håb og de farer, som projektets gennemførelse måtte indebære med hensyn til nationernes indbyrdes forhold. Så længe der endnu var mulighed for umiddelbare resultater af forhandlingerne inden for De Forenede Nationers Organisation om en for alle betryggende ordening vedrørende udnyttelsen af atomenergien, har jeg ment at burde holde mig tilbage fra deltagelse i den offentlige diskussion om dette spørgsmål. I den nuværende kritiske situation har jeg imidlertid følt, at en redegørelse for mine synspunkter og erfaringer måske kunne bidrage til fornyet diskussion om denne sag, der har en så indgribende betydning for forholdet mellem nationerne.

Når jeg hermed fremlægger synspunkter, der på et tidligt tidspunkt påtrængte sig en videnskabsmand, som havde lejlighed til at følge udviklingen på nært hold, handler jeg udelukkende på eget ansvar og uden forudgående rådslagning med noget lands regering. Formålet med denne beretning og de tilsluttende betragtninger er at pege på de enestående muligheder for at fremme forståelse og samarbejde mellem nationerne, skabt ved den overordentlige udvikling af menneskenes hjælpemidler, som videnskabens fremskridt har bragt med sig, og at fremhæve, at disse muligheder trods hidtidige skuffelser stadig består, og at alt håb og alle kræfter må samles om deres virkeliggørelse.

For vor tids rivende videnskabelige udvikling og især for den eventyrlige udforskning af atomernes egenskaber og opbygning har et internationalt samar-

bejde af hidtil ukendt omfang været af afgørende betydning. Den frugtbare udveksling af erfaringer og tanker mellem videnskabsmænd fra alle dele af verden var for enhver af deltagerne en rig kilde til opmuntring og styrkede håbet om, at en stadig nærmere forbindelse mellem nationerne ville gøre det muligt for dem at samarbejde på civilisationens fremskridt på alle områder.

Dog kunne ingen, der var stillet over for den indbyrdes afvigende kulturelle tradition og sociale organisation i de forskellige lande, undgå at få et dybt indtryk af vanskelighederne ved at finde frem til et fælles syn på mange menneskelige spørgsmål. Den voksende spænding, der gik forud for den anden verdenskrig, skærpede disse vanskeligheder og skabte mange hindringer for det frie samkvem mellem nationerne. Ikke desto mindre vedblev internationalt videnskabeligt samarbejde at være en afgørende faktor i den udvikling, som kort før krigens udbrud åbnede udsigten til i stor målestok at frigøre den i atomerne bundne energi.

Frygten for at blive ladet tilbage i kapløbet var i forskellige lande en stærk tilskyndelse til i hemmelighed at udforske muligheden for at udnytte sådanne energikilder for krigsmæssige formål. Det fælles amerikansk-engelske atomprojekt forblev ukendt for mig, indtil jeg, efter at være flygtet fra det besatte Danmark i efteråret 1943, kom til England på den britiske regerings indbydelse og blev indviet i det store foretagende, som allerede da befandt sig på et fremskredent stadium.

Enhver, der var knyttet til atomenergiprojektet, var sig naturligvis bevidst, hvor alvorlige problemer menneskeheden ville blive stillet overfor, så snart foretagendet var fuldført. Helt bortset fra den rolle, atomvåben kunne komme til at spille i krigen, var det klart, at vedvarende alvorlige farer for verdenssikkerheden ville opstå, medmindre man kunne opnå almindelig enighed om gennemførelse af forholdsregler til at forhindre misbrug af de nye frygtelige ødelæggelsesmidler.

Med hensyn til dette altovervejende spørgsmål forekom det mig, at selve nødvendigheden af fælles bestræbelser for at afværge sådanne skæbnesvangre trusler mod civilisationen ville frembyde ganske enestående muligheder for at slå bro mellem nationernes forskellige indstillinger. Fremfor alt burde rådslagninger på et tidligt tidspunkt mellem de i krigen forbundne nationer om de bedste midler til i forening at opnå fremtidig sikkerhed på afgørende måde bidrage til at skabe den atmosfære af gensidig tillid, som ville være uundværlig for samarbejdet på mange andre områder af fælles interesse.

I begyndelsen af 1944 havde jeg lejlighed til at forelægge sådanne synspunkter for den amerikanske og britiske regering. Med henblik på international forståelse tør det være af betydning at gengive nogle af de tanker, som på det tidspunkt var genstand for alvorlige overvejelser. For dette formåls skyld skal

jeg bringe uddrag af et memorandum, som jeg forelagde præsident Roosevelt som grundlag for en længere samtale, han tilstod mig i august 1944. Foruden en oversigt over det nu almindelig kendte videnskabelige grundlag for atomenergiprojektet indeholdt dette memorandum, dateret den 3. juli 1944, følgende afsnit angående de følger, som projektets gennemførelse kunne få i politisk henseende:

»Der er næppe nogen, hvis fantasi formår at overskue de følger, som atomprojektet vil få i de kommende år, hvor i det lange løb de enorme energikilder, som vil stå til rådighed, kan forventes at revolutionere industrien og transportmidlerne. Den umiddelbart overvejende omstændighed er imidlertid, at et våben af enestående styrke, som fuldstændig vil ændre alle fremtidige betingelser for krigsførelse, er i færd med at blive skabt.

Helt bortset fra spørgsmålet om, hvor snart våbnet vil være færdigt til brug, og hvilken rolle det vil komme til at spille i den nuværende krig, rejser situationen en række problemer af yderst påtrængende karakter. Medmindre der i rette tid kan opnås overenskomst angående en kontrol af brugen af de nye aktive stoffer, kan enhver nok så stor øjeblikkelig fordel ikke opveje bestandige trusler mod menneskehedens sikkerhed.

Lige siden mulighederne for at frigøre atomenergi i stor målestok øjnedes, har man naturligvis ofret mange tanker på spørgsmålet om kontrol, men jo mere udforskningen af de pågældende videnskabelige problemer skrider frem, desto klarere bliver det, at ingen forholdsregler af sædvanlig art vil være tilstrækkelige for formålet, og at de forfærdende udsigter for et fremtidigt kapløb mellem nationerne om et våben af så frygtelig karakter kun kan undgås ved en almen overenskomst i virkelig tillid.

I denne sammenhæng er det fremfor alt af betydning, at foretagendet, så vældigt det end er, alligevel har vist sig langt mindre end det kunne forudses, og at der under arbejdets fremadskriden stadig har åbnet sig nye muligheder for at lette fremstillingen af de aktive stoffer og forstærke deres virkninger.

Forebyggelsen af et i hemmelighed stedfindende kapløb vil derfor kræve sådanne indrømmelser vedrørende udveksling af oplysninger og en åbenhed angående industrielle foretagender, indbefattet militære forberedelser, som næppe ville være tænkelig, medmindre samtidig alle parter til gengæld kunne tilsikres en garanti om fælles sikkerhed mod overhængende farer af hidtil ukendt art.

En gennemførelse af effektive kontrolforanstaltninger vil naturligvis rumme udviklede tekniske og administrative problemer, men hovedsagen er, at atomprojektets fuldendelse ikke alene skulle kræve men tillige, som følge af den påtrængende nødvendighed af gensidig tillid, lette en ny stillingtagen til spørgsmålet om nationernes indbyrdes forhold.

Det nuværende tidspunkt, hvor næsten alle nationer er indviklet i en dødelig kamp for frihed og menneskelighed, kunne i første øjeblik synes at være lidet egnet til bindende overenskomster angående projektet. Ikke blot er de angribende magter stadig

i besiddelse af stor militær styrke, omend deres oprindelige planer om et verdensherredømme er blevet tilintetgjort, og det står klart, at de tilsidst må overgive sig, men selv når dette er sket, vil de i kampen forenede nationer kunne komme ud for alvorlige uoverensstemmelser som følge af modstridende indstilling til sociale og økonomiske problemer.

Ved nærmere eftertanke synes det dog, at netop under disse forhold vil de muligheder for at fremkalde tillid, som projektet indebærer, kunne få den største betydning. Ydermere skulle den øjeblikkelige situation i flere henseender frembyde helt enestående muligheder, som kunne forspildes ved en udsættelse under afventning af krigens videre forløb og det nye våbens endelige fuldførelse.«

»I betragtning af disse omstændigheder skulle den nuværende situation byde den gunstigste lejlighed for et tidligt initiativ fra den side, i hvis lod det er faldet at opnå et forspring i forsøget på en beherskelse af de mægtige naturkræfter, der hidtil har ligget uden for menneskers rækkevidde.

Uden at forringe projektets betydning for umiddelbare militære formål ville et initiativ med den hensigt at forebygge en skæbnsvanger kappestrid om det frygtelige våben tjene til at fjerne enhver grund til mistillid mellem de magter, af hvis harmoniske samarbejde kommende generationers skæbne vil afhænge.

Først når spørgsmålet om, hvilke indrømmelser de forskellige magter er rede til at gøre som deres bidrag til fyldestgørende kontrolforanstaltninger, er taget op mellem de allierede nationer, vil det være muligt for enhver af parterne at overbevise sig om oprigtigheden af de andres hensigter.

Naturligvis kan kun de ansvarlige statsmænd have indsigt i de foreliggende politiske muligheder. En yderst gunstig omstændighed synes det imidlertid at være, at de forventninger om et fremtidigt harmonisk mellemfolkeligt samarbejde, som har fundet enstemmig udtryk fra alle sider inden for de allierede nationer, så godt svarer til den enestående lejlighed, der uden offentlighedens kendskab er blevet skabt gennem videnskabens fremskridt.

Mange grunde synes at berettige til den overbevisning, at en henvendelse med det formål at skabe fælles sikkerhed mod ildevarslede trusler, uden at udelukke noget folk fra deltagelse i den lovende industrielle udvikling, som projektets fuldførelse indebærer, vil blive hilst velkommen og besvaret med et loyalt samarbejde til gennemførelse af de nødvendige vidtgående kontrolforanstaltninger.

Netop i den sidste henseende kan hjælp og støtte måske findes i det verdensomspændende videnskabelige samarbejde, som gennem årene har givet så rige løfter for fælles menneskelig stræben. På denne baggrund turde personlige forbindelser mellem videnskabsmænd fra forskellige lande åbne vej for indledende og uforbindende kontakt.

Det er næppe nødvendigt at tilføje, at ingen sådanne bemærkninger eller forslag rummer nogen undervurdering af vanskelighederne af de særegne skridt, som måtte tages af statsmændene for at opnå en for alle tilfredsstillende ordening, men ene og alene har til hensigt at pege på nogle sider af situationen, som kunne lette bestræbelserne for, at projektet må blive til varig gavn for den fælles sag.«

Den hemmelighedsfuldhed, som omgav projektet, og som hindrede offentligt kendskab til og åben diskussion om et spørgsmål af så gennemgribende indflydelse på internationale forhold, måtte naturligvis yderligere vanskeliggøre statsmændenes opgave. Med fuld forståelse af den usædvanlige karakter af de beslutninger det foreslåede initiativ ville indebære, forekom det mig alligevel, at man ville gå glip af store muligheder, medmindre de spørgsmål, som atomprojektet havde rejst, blev taget med i de allierede nationers planer for efterkrigstiden.

Dette synspunkt blev udarbejdet i et supplerende memorandum, hvori også de med kontrolforanstaltninger forbundne tekniske spørgsmål blev nærmere diskuteret. I særdeleshed forsøgte jeg at understrege, at netop den gensidige åbenhed, som nu var klart nødvendig for fælles sikkerhed, i sig selv ville fremme international forståelse og bane vejen for varigt samarbejde. Foruden bemærkninger, der ikke mere er af interesse, indeholdt dette memorandum af 24. marts 1945 følgende afsnit:

»Fremfor alt må det forstås, at vi kun befinder os i begyndelsen af en udvikling, og at der sandsynligvis i meget nær fremtid vil blive fundet midler til at forenkle metoderne til fremstilling af de aktive stoffer og at forstærke deres virkninger i en grad, der vil tillade enhver nation, som er i besiddelse af store industrielle hjælpekilder, at råde over ødelæggelsesmidler, der overgår alt, hvad man tidligere har kunnet forestille sig.

Menneskeheden vil derfor være stillet over for farer af hidtil ukendt karakter, medmindre der i tide kan tages forholdsregler til forebyggelsen af en skæbnesvanger kappestrid om sådanne frygtelige rustninger og til oprettelsen af en international kontrol med fremstillingen og anvendelsen af de farlige stoffer.

Enhver ordning, som kan frembyde sikkerhed imod hemmelige forberedelser til benyttelse af de nye ødelæggelsesmidler, ville, som fremhævet i det nævnte memorandum, kræve overordentlige foranstaltninger. Således ville ikke alene almindelig adgang til fuldstændig oplysning om videnskabelige opdagelser være nødvendig, men tillige måtte ethvert større teknisk foretagende af industriel såvel som militær art være tilgængelig for international kontrol.

I denne forbindelse er det af betydning, at den særlige karakter af den store indsats, der, uanset mulige tekniske forbedringer, kræves til fremstillingen af de aktive substanser og de specielle betingelser, der gælder for deres brug som farlige sprængstoffer, i høj grad vil lette en kontrol og sikre dens effektivitet, dersom blot retten til tilsyn er garanteret.

Det vil være nødvendigt med bistand af videnskabsmænd og teknikere, udnævnt af de interesserede regeringer, i enkeltheder at udarbejde forslag til en effektiv kontrol, og det måtte pålægges et stående sagkyndigt udvalg, knyttet til en international sikkerhedsorganisation, at holde sig underrettet om nye videnskabelige og tekniske fremskridt og at anbefale passende ændringer af kontrolforanstaltningerne.

Efter indstilling fra det tekniske udvalg ville organisationen være i stand til at træffe afgørelse om de betingelser, under hvilke industriel udnyttelse af atomenergikilder kunne tillades, med passende forholdsregler for at forhindre at aktive materialer bliver samlet i eksplosiv tilstand.«

»Som fremhævet i det tidligere memorandum, synes det yderst heldigt, at de forholdsregler, der kræves for at imødekomme den nye situation, som er opstået gennem videnskabens fremskridt, og som menneskeheden er stillet overfor på et for verden så kritisk tidspunkt, stemmer så godt med de forventninger om et fremtidigt nært internationalt samarbejde, som har fundet enstemmigt udtryk fra alle sider inden for de mod voldeligt angreb forenede nationer.

Endvidere skulle selve situationens nye karakter frembyde enestående muligheder for at påkalde en fordomsfri indstilling, og det synes endda, at en forståelse angående denne livsvigtige sag på gavnligste måde kunne bidrage til overenskomst om andre spørgsmål, for hvilke historie og traditioner har frembragt afvigende synspunkter.

Hvad sådanne videre perspektiver angår, synes det i særdeleshed, at den for fælles sikkerhed nødvendige fri adgang til oplysning skulle have vidtrækkende virkninger med hensyn til fjernelsen af hindringer, der står i vejen for det gensidige kendskab til kulturelle og materielle sider af livet i de forskellige lande, uden hvilket velvilje og agtelse nationerne imellem næppe kan bestå.

Deltagelse i en udvikling, som i vid udstrækning er blevet indledt gennem internationalt videnskabeligt samarbejde, og som rummer overordentlige muligheder med hensyn til forbedring af menneskehedens levevilkår, ville også forstærke de nære bånd, der i årene før krigen blev knyttet mellem videnskabsmænd fra de forskellige nationer. I den nuværende situation kan disse bånd blive af særlig hjælp i forbindelse med forhandlingerne mellem de pågældende regeringer og oprettelsen af kontrollen.

I de indledende forhandlinger mellem regeringerne, med den hovedhensigt at vække tillid og formindske ængstelse, skulle det kun være nødvendigt at fremdrage spørgsmålet om hvilken holdning hver af parterne ville indtage, dersom de udsigter, som den fysiske videnskabs fremskridt har åbnet og som i hovedtræk er almen kendt, skulle blive virkeliggjort i en udstrækning, der ville nødvendiggøre overordentlige internationale forholdsregler.«

»I betragtning af alle omstændigheder synes det, at en forståelse næppe kan udel blive, når alle parter har haft frist til at overveje de følger, som et afslag af indbydelsen til samarbejde vil medføre, og til at overbevise sig om fordelene ved en ordning, der garanterer fælles sikkerhed uden at udelukke nogen fra deltagelse i den lovende udnyttelse af de nye kilder til materiel fremgang.

Alle sådanne muligheder kan imidlertid forspildes, hvis der ikke tages initiativ, medens sagen kan rejses i venskabelig rådslagnings ånd. En udsættelse for at afvente den videre udvikling vil, især hvis forberedelser til konkurrerende bestræbelser i mellemtiden skulle have nået et fremskredent stadium, kunne give henvendelsen udseende af et forsøg på at udøve tvang, hvilket ingen stor nation kan forventes at ville affinde sig med.«

»Det er næppe nødvendigt at understrege, hvor lykkeligt det i enhver henseende

ville være, dersom verden, samtidig med at den vil få kendskab om de frygtelige ødelæggelsesmidler, der er kommet menneskene i hænde, kunne få meddelelse om, at det store videnskabelige og tekniske fremskridt har bidraget til at skabe et fast grundlag for et fremtidigt fredeligt samarbejde mellem folkeslagene.«

Når jeg ser tilbage på de dage, er det vanskeligt for mig tilstrækkeligt levende at beskrive det inderlige håb, at videnskabens store fremskridt måtte indlede en ny æra med harmonisk samarbejde mellem nationerne, og ængstelserne for, at nogen lejlighed til fremme af en sådan udvikling skulle forspildes.

Lige op til krigens afslutning benyttede jeg enhver vej, der stod åben for en videnskabsmand, til at fremhæve vigtigheden af, at atomprojektets politiske følger på det nøjeste overvejedes, og at tilråde, at der, førend der kunne blive spørgsmål om benyttelse af atomvåben, indleddedes et internationalt samarbejde for at afværge de nye farer for verdens sikkerhed.

Jeg forlod Amerika i juni 1945 før den endelige prøve af atombomben og forblev i England indtil den officielle kundgørelse i august 1945 om at våbnet var bragt i anvendelse. Kort derefter vendte jeg tilbage til Danmark og har siden ingen forbindelse haft med noget hemmeligt, militært eller industrielt, foretagende på atomenergiens område.

Da krigen var endt og de store trusler om undertrykkelse af så mange folkeslag forsvundet, følte overalt i verden en umådelig befrielse. Ikke desto mindre rummede den politiske situation mørke varsler. Den forskellige indstilling hos de sejrende nationer kunne ikke undgå at skærpe de uoverensstemmelser, som kom frem i forbindelse med fredsordningen. I modsætning til de håb om fremtidigt frugtbart samarbejde, der var kommet til udtryk fra alle sider og nedlagt i De Forenede Nationers Charta, kom manglende gensidig tillid snart for dagen.

Skabelsen af nye skranker mellem landene, der hindrede fri udveksling af oplysninger, øgede yderligere mistillid og ængstelse. På videnskabens område, især inden for atomfysikken, hindrede den fortsatte hemmeligholdelse og de foranstaltninger man anså for nødvendige af sikkerhedshensyn det internationale samarbejde i en udstrækning, som spaltede videnskabsmændenes verdenssamfund i adskilte lejre.

Til trods for alle bestræbelser har forhandlingerne inden for De Forenede Nationer hidtil ikke ført til overenskomst angående forholdsregler til udelukkelse af faren ved atomrustninger. Disse forhandlingers ufrugtbarhed gjorde det måske mere end noget andet klart, at konstruktiv indstilling til en sådan livsvigtig sag af fælles interesse ville kræve en atmosfære af større gensidig tillid.

Uden fri adgang til enhver oplysning af betydning for samlivet mellem nationerne var en virkelig forbedring af verdensforholdene næppe tænkelig. Ganske vist måtte enhver international ordning vedrørende atomenergien medføre en vis grad af gensidig åbenhed, men det blev mere og mere klart, at der, for at bane vej for overenskomst om en sådan ordning, krævedes et afgørende første skridt henimod større åbenhed.

En åben verden med fælles kendskab til sociale forhold og tekniske foretagender i alle lande, indbefattet militære foranstaltninger, kunne synes en fjern mulighed i den foreliggende verdenssituation. Alligevel vil ikke alene et sådant forhold mellem nationerne være påkrævet for sandt samarbejde på civilisationens fremskridt, men allerede en fælles erklæring om tilslutning til et sådant mål turde skabe en gunstig baggrund for fælles bestræbelser til fremme af alles sikkerhed. Endvidere forekom det mig, at de lande der havde ført an i den nye tekniske udvikling, som følge af muligheden for at tilbyde værdifulde oplysninger, var bedst i stand til at tage initiativet ved et direkte forslag om fuldstændig gensidig åbenhed.

Jeg mente, at det var rigtigt at henlede den amerikanske regerings opmærksomhed på disse synspunkter uden at rejse en offentlig diskussion om de vanskelige spørgsmål. I forbindelse med besøg i De Forenede Stater i 1946 og 1948 for at deltage i videnskabelige møder benyttede jeg mig derfor af lejligheden til over for amerikanske statsmænd at foreslå et sådant initiativ. Selv om det medfører gentagelse af argumenter, der allerede er omtalt, turde det bidrage til at give et klarere indtryk af de tanker, der var genstand for diskussion ved disse lejligheder, at gengive et memorandum af 17. maj 1948, som jeg forelagde den amerikanske udenrigsminister som grundlag for samtaler i Washington i juni 1948:

»De dybtgående forskelle i indstillingen over for mange menneskelige forhold, som er udsprunget af de sidste årtiers sociale og politiske udvikling, måtte nødvendigvis efter afslutningen af den anden verdenskrig medføre en alvorlig belastning af internationale forbindelser. Medens de fælles forsvarsbestræbelser i stor udstrækning afledede opmærksomheden fra sådanne forskelle så længe krigen varede, var det klart, at opfyldelsen af de håb om et oprigtigt og tillidsfuldt samarbejde, som alle de mod det voldelige angreb forenede nationer havde givet udtryk for, ville kræve et helt nyt syn på nationernes indbyrdes forhold.

Nødvendigheden af fornyet tilpasning af sådanne forhold blev yderligere understreget af den store videnskabelige og tekniske udvikling, som indebærer så rige løfter for forbedring af menneskehedens kår, men som samtidig har lagt frygtelige ødelæggelsesmidler i menneskenes hænder. Ligesom tidligere tekniske fremskridt har medført erkendelsen af nødvendigheden for tilpasninger inden for de civiliserede samfund, vil nu mange af de skranker mellem nationerne, som hidtil har været anset

for uundværlige for beskyttelsen af nationale interesser, stå klart i vejen for den fælles sikkerhed.

Den omstændighed, at denne krise for civilisationen stiller nationerne over for spørgsmål af dybeste fælles interesse, skulle frembyde en enestående lejlighed til at søge fortsat samarbejde på livsvigtige områder. Det følte derfor allerede under krigen, at et for den senere udvikling gunstigt grundlag kunne skabes ved et tidligt initiativ med det formål for øje at påkalde tillid ved at gøre alle parter klare over den faktiske situation, de ville komme i, og ved at forsikre dem om beredvillighed til at deltage i de vidtgående indrømmelser angående tilvante nationale forrettigheder, som ville blive afkrævet alle.

I de år, der er forløbet siden krigen, er forskellene i anskuelserne kommet stadig klarere for dagen, og et særligt nedslående træk i den nuværende situation er den udstrækning, i hvilken hindringer for samkvemmet har medført forvrængninger af kendsgerninger og bevæggrunde med deraf resulterende svigtende tillid og stadig voksende mistænksomhed mellem nationerne og endda mellem grupper inden for de enkelte nationer. Under disse forhold har de håb, der var knyttet til oprettelsen af De Forenede Nationers Organisation, gang på gang mødt store skuffelser, og i særdeleshed har det ikke vist sig muligt at opnå enighed om en kontrol med atomoprustning.

I denne situation, hvor kløften mellem nationerne uddybes, og ængstelsen for fremtiden breder sig, vil der til en drejning af begivenhedernes gang øjensynligt kræves, at der rejses en stor sag, der er egnet til at appellere til menneskehedens højeste idealer.

Her synes det, at baggrunden for en sådan sag måtte være kravet om en åben verden med uhindrede muligheder for fælles oplysning og gensidig forståelse. Det er klart, at velvilje og agtelse nationerne imellem ikke kan bestå uden fri adgang til oplysning om alle sider af livet i samtlige lande.

Endvidere har de til den tekniske udvikling knyttede håb og farer på det kraftigste understreget nødvendigheden af afgørende skridt henimod åbenhed som en hovedforudsætning for civilisationens fremskridt og beskyttelse. En sådan erkendelse har jo allerede ligget til grund for de forslag til en ordening af samarbejdet angående udviklingen af de nye hjælpekilder, som er blevet forelagt De Forenede Nationers Atomenergi-Kommission, men netop vanskelighederne ved at opnå enighed under den nuværende verdenssituation peger på nødvendigheden af at koncentrere bestræbelserne mere direkte omkring spørgsmålet om åbenhed.

Under disse omstændigheder forekommer det mig, at man på det omhyggeligste burde overveje konsekvenserne af et tilbud, fremsat ved en velvalgt lejlighed, om øjeblikkelige forholdsregler henimod åbenhed på gensidigt grundlag. Sådanne forholdsregler skulle på en eller anden passende måde give adgang til oplysninger af enhver ønskelig art angående forholdene og udviklingen i de forskellige lande og skulle derved tillade parterne at danne sig et sandt billede af den situation, de befinder sig i.

Et initiativ efter sådanne retningslinier kunne synes at ligge uden for grænserne

for sædvanlig diplomatisk forsigtighed; alligevel må det ses på den baggrund, at der, hvis forslagene skulle blive tiltrådt, ville være tilvejebragt en afgørende forbedring af verdenssituationen, med helt nye muligheder for samarbejde i tillid og for opnåelse af enighed angående effektive forholdsregler til at undgå fælles farer.

Vanskeligheder for opnåelse af samtykke skulle heller ikke frembyde et argument imod et sådant initiativ, idet, uanset det umiddelbare svar, selve tilstedeværelsen af et tilbud af den omhandlede art ville have dyb indvirkning på situationen i mest lovende retning. Der ville nemlig over for verden være givet et bevis på beredthed til at leve sammen med alle andre under vilkår, hvor gensidigt forhold og fælles skæbne kun ville blive formet ved hæderlig overbevisning og godt eksempel.

Et sådant standpunkt ville mere end noget andet appellere til de mennesker, der verden over kæmper for grundlæggende menneskelige rettigheder, og ville være en kraftig støtte for alle tilhængere af sandt mellemfolkeligt samarbejde. Samtidig ville de, der tøvede med at slå ind på den foreslåede linie, være bragt i en stilling, som ville være vanskelig at opretholde, siden sådan modstræben ville være ensbetydende med mangel på tillid til styrken af egen sag, når den blev lagt åben for verden.

Alt i alt synes det, at hvis kravet om åbenhed gøres til den altovervejende sag, vil der skabes helt nye muligheder, som udnyttet på formålstjenlig måde kunne bringe menneskeheden fremad mod virkeliggørelsen af det samarbejde for civilisationens fremskridt, som til trods for øjeblikkelige vanskeligheder stadig turde være inden for nærmere rækkevidde end nogensinde før.«

Betragtningerne i dette memorandum kunne forekomme utopiske, og vanskelighederne ved at overskue komplikationerne ved en usædvanlig fremgangsmåde kan forklare, at regeringer har tøvet med at give udtryk for tilslutning til fuld gensidig åbenhed. Ikke desto mindre turde sådan åbenhed være af den dybeste betydning for alle nationer uanset forskelle med hensyn til social og økonomisk organisation, og de mål at stræbe efter og de håb, som det i det anførte memorandum var søgt at give udtryk for, deles uden tvivl af mennesker verden over.

Medens den foreliggende beretning måske kan bidrage til en mere almindelig erkendelse af vanskelighederne for enhver nation ved samtidig at være stillet over for en stor omvæltning i verden og en gennemgribende ændring af de tekniske hjælpemidler, er det imidlertid på ingen måde hensigten at give indtryk af, at situationen ikke stadig skulle rumme ganske enestående muligheder. Tværtimod er det formålet at fremhæve nødvendigheden af påny fra alle sider at efterforske veje og midler til i fællesskab at afværge dødelige farer for civilisationen og at sikre, at videnskabens fremskridt anvendes til varig gavn for menneskeheden.

I de sidst forløbne år er spændingen nationer imellem øget som følge af den

politiske udvikling over hele verden, og tanken om et muligt kapløb mellem store lande om besiddelsen af midler til at udslette befolkningen inden for store områder og endda gøre dele af jorden midlertidig ubeboelige har givet anledning til vidt udbredt forvirring og bestyrtelse.

Da der næppe kan være spørgsmål for menneskeheden om at give afkald på udsigten til ved atomenergikilder at forbedre de materielle vilkår for civilisationen, er åbenbart en dybtgående tilpasning af internationale forhold nødvendig, dersom civilisationen skal leve videre. Det afgørende punkt er her, at enhver sikkerhed for at videnskabens fremskridt bliver brugt alene til menneskehedens gavn forudsætter den samme almene indstilling, som er uundværlig for samarbejde mellem nationerne på alle kulturens områder.

Også inden for andre grene af videnskaben har de senere fremskridt stillet os over for en lignende situation som den, der er skabt med atomfysikkens udvikling. Selv lægevidenskaben, som indebærer så lovende udsigter for forbedringen af sundhedstilstanden overalt i verden, har skabt midler til tilintetgørelse af liv i forfærdende målestok, der rummer alvorlige trusler for civilisationen, medmindre almen tillid og ansvarsbevidsthed kan tilvejebringes og befæstes.

Denne situation kræver den mest fordomsfri indstilling til alle spørgsmål om nationernes indbyrdes forhold. Fuld forståelse af det ansvar og de pligter verdensborgerskabet medfører er i vor tid mere fornøden end nogensinde før. På den ene side har videnskabens og teknikkens fremskridt knyttet alle nationers skæbne uadskilleligt sammen; på den anden side er det på en yderst forskellig kulturel baggrund, at der rundt omkring i verden er stærke bestræbelser for national selvhævdelse og social udvikling i gang.

En åben verden, hvor ethvert folk kan hævde sig alene ved sine bidrag til den fælles menneskelige kultur og ved den hjælp, det med sine erfaringer og hjælpemidler kan yde andre, må være det mål, der bør sættes over alt andet. Eksempler i så henseender kan dog kun blive virkningsfulde, dersom afspærring opgives og fri diskussion om kulturelle og sociale spørgsmål tillades tværs over landegrænserne.

Kun på grundlag af offentligt kendskab til de almindelige levevilkår i landet er det inden for ethvert samfund muligt for borgerne sammen at stræbe efter fælles velfærd. På tilsvarende måde forudsætter virkeligt samarbejde mellem nationer på områder af fælles interesse fri adgang til alle oplysninger af betydning for deres indbyrdes forhold. Ethvert argument, der med begrundelse i omsorg for nationale idealer eller interesser kunne anføres til fordel for opretholdelsen af skrænker for oplysning og samkvem, må vejes i forhold til den internationale afspænding og de gavnlige virkninger af fælles belæring, som åbenhed vil medføre.

I forbindelse med bestræbelserne for at opnå et harmonisk forhold mellem det enkelte individs liv og samfundets organisation har der altid været og vil altid blive mange spørgsmål at tænke over og principper at stræbe efter. For at gøre det muligt for nationer at drage fordel af andres erfaringer og at undgå, at hensigter misforstås fra nogen side, må fri adgang til oplysninger og uhindret lejlighed til tankeudveksling være tilladt overalt.

I denne forbindelse må det tages i betragtning, at fjernelsen af skranker vil medføre større ændringer i administrativ henseende i lande, hvor ny social organisation opbygges under midlertidig afstængthed, end i lande med gamle traditioner for regeringsform og internationalt samkvem. Beredvillighed fra enhver side til at hjælpe alle folkeslag over vanskeligheder af sådan art er derfor påtrængende nødvendig.

Teknikkens udvikling har nu nået et stadium, hvor samkvemsmidlerne har åbnet mulighed for at gøre hele menneskeheden til en samarbejdende enhed, og hvor på samme tid skæbnsvangre følger for civilisationen kan opstå, medmindre internationale uoverensstemmelser kan løses gennem forhandling på grundlag af fri adgang til oplysning om alle i betragtning kommende forhold.

Netop den kendsgerning, at kundskab i sig selv er grundlaget for al civilisation, peger direkte på åbenhed som vejen til at overvinde den nuværende krise. Hvilke retslige og administrative internationale myndigheder det end måtte blive nødvendigt at oprette for at stabilisere verdensforholdene, er det klart at kun fuldstændig gensidig åbenhed virkningsfuldt kan fremme indbyrdes tillid og garantere fælles sikkerhed.

Enhver udvidelse af grænserne for vor viden pålægger individer og nationer et forøget ansvar som følge af de muligheder, der derigennem skabes for at ændre vilkårene for menneskenes tilværelse. Den indtrængende påmindelse herom, som vi i vor tid har fået, kan ikke lades uanset og skulle gøre det klart for enhver, hvor alvorlig den prøve er, som vor hele civilisation er stillet på. Det er på denne baggrund at der stadig skulle være ganske enestående muligheder til stede for et frugtbart samarbejde mellem nationerne til fremme for alle sider af den menneskelige kultur.

Jeg henvender mig til De Forenede Nationer med disse betragtninger i håbet om at bidrage til bestræbelserne for at finde en realistisk indstilling til de alvorlige og påtrængende spørgsmål, som menneskeheden er stillet overfor. De fremsatte synspunkter skulle vise, at ethvert initiativ fra en hvilken som helst side, der tilsigter at fjerne hindringer for gensidig oplysning og samkvem, vil kunne være af den største betydning for at løse den hårdknude, verdensforholdene for tiden er kommet i, og tilskynde andre til at tage skridt i samme retning. En

indsats af alle, personer såvel som nationer, der vil gå ind for fremme af mellemfolkeligt samarbejde, er nødvendigt for i alle lande med stadig større klarhed og styrke at rejse kravet om en åben verden.

København, den 9. juni 1950.

A handwritten signature in black ink, which appears to be 'Niels Bohr', written in a cursive style.

Kronologisk oversigt

- 1885 Født 7. oktober i ejendommen Ved Stranden 14 i København.
- 1903 Student fra Gammelholm Latin- og Realskole.
Påbegynder fysikstudiet ved Københavns Universitet.
- 1907 Videnskabernes Selskabs guldmedalje for prisopgave om bestemmelse af vandets overfladespænding.
- 1909 Magisterkonferens.
- 1911 Doktordisputats om metallernes elektronteori.
- 1911–12 Studieophold i Cambridge hos J. J. Thomson.
- 1912 Studieophold i Manchester hos Ernest Rutherford.
Gift med Margrethe Nørlund 1. august.
- 1913 Teori for atomernes bygning og spektre.
Docent ved Københavns Universitet.
- 1914–16 Lektor ved universitetet i Manchester.
- 1916 Professor i teoretisk fysik ved Københavns Universitet.
- 1917 Medlem af Videnskabernes Selskab.
- 1921 Indvielse af Universitetets Institut for Teoretisk Fysik.
Teori for det periodiske system.
- 1922 Nobelpris i fysik.
- 1927 Analyse af iagttagelsesproblemet i atomfysikken (komplementaritets synspunktet).
- 1931 Tildeling af æresboligen på Carlsberg.
- 1933 Analyse af måleproblemet i kvanteelektrodynamikken (i samarbejde med Léon Rosenfeld).
- 1936 Dråbemodellen for atomkernen.
- 1939 Præsident for Videnskabernes Selskab.
Teori for atomkernefission (i samarbejde med John A. Wheeler).
- 1943 Flugt til Sverige.
- 1943–45 Tilknyttet det engelsk-amerikanske atomenergiprojekt.
- 1945 Tilbagekomst til Danmark.
- 1950 Åbent brev til De Forenede Nationer.
- 1955 Formand for Atomenergikommissionen.
- 1962 Død i sit hjem på Carlsberg 18. november.

NIELS BOHR

*Hans liv og virke
fortalt af en kreds af venner
og medarbejdere*

Barndom og ungdom · Gennembrudsårene 1911–1918, af Léon Rosenfeld og Erik Rüdinger · Glimt af Niels Bohr som forsker og tænker, af Oskar Klein · Kvanteteorien og dens fortolkning, af Werner Heisenberg · Erindringer fra årene 1929–1931, af Hendrik B. G. Casimir · Komplementaritetssynspunktet konsolideres og udbygges, af Léon Rosenfeld · Interessen samler sig omkring atomkernen, af Otto Robert Frisch · Fyrerne og halvtredserne, af Stefan Rozental · Krigens år og atomvåbnenes perspektiver, af Aage Bohr · Minder fra efterkrigstiden, af Abraham Pais · Forholdet til de yngste disciple, af Jørgen Kalckar · Niels Bohrs indsats i fysikken, af Christian Møller og Mogens Pihl · Niels Bohr og internationalt videnskabeligt samarbejde, af Viktor F. Weisskopf · Niels Bohr og Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, af Johannes Pedersen · Niels Bohr og Risø, af Viggo Kampmann · Niels Bohr og det danske samfund, af Mogens Pihl · Halvtreds års venskab, af Richard Courant · Niels Bohrs alsidighed, af Paul A. M. Dirac · Træk af et samarbejde, af Hans Henrik Koch · Minder fra Tisvilde, af William Scharff · En stemning, af Mogens Andersen · Om Far, af Hans Bohr · Åbent brev til De Forenede Nationer, af Niels Bohr · Kronologisk oversigt

Schultz