

PETER ØHRSTRØM:

NIELS BOHR OM KVANTEFYSIK OG BEVIDSTHED

Der kan næppe være nogen tvivl om, at Niels Bohrs overvejelser angående forholdet mellem subjekt og objekt hører til hans allervæsentligste bidrag til analysen af menneskets erkendelsessituation. For Bohr var forholdet mellem subjekt og objekt ganske enkelt "erkendelsesproblemets kerne" (AN p.95)¹). Mens relativitetsteorien havde udtrykt behovet for at forstå de fysiske fænomener som afhængige af den relative bevægelse mellem iagttagere og objekt, gik Bohr med kvanteteorien et skridt videre, idet han insisterede på en fundamental og principielt uomgængelig sammenkædning mellem atomfænomenerne og deres iagttagelse. Det er en hovedpointe hos Bohr, at den klassiske fysiks skelnen mellem et fænomen og dets iagttagelse må opgives. Man kan efter kvanteteorien ikke længere bastant opfatte vor fysiske omverden som foreliggende uafhængigt af os. Med Bohr er det erkendende og observerende subjekt for alvor blevet fremhævet som principielt uadskilleligt fra erkendelsens objekt. Det er klart, at denne samhörighed får ganske særlige konsekvenser, hvis erkendelsens subjekt og objekt smelter sammen, hvilket let kan blive tilfældet, hvis det er bevidstheden som sådan, der udgør erkendelsesobjektet. Bohr var fuldt ud opmærksom på denne problemstilling og beskæftigede sig ofte med den i sine foredrag og skrifter.

I det følgende vil jeg beskæftige mig med Bohrs filosofiske behandling af bevidsthedsfænomener samt med hans overvejelser af mulighederne for at forklare og beskrive dem. I afsnit 1 vil jeg diskutere selve bevidsthedsbegrebet, som Bohr præsenterer det, og bl.a. diskutere Bohrs henvisninger til selvreferenceproblemerne. I afsnit 2 behandles den såkaldte "psykofysiske parallelisme", som bl.a. berører problemet om fri vilje. I afsnit 3 skal Bohrs behandling af fri-vilje-problemet nærmere diskuteres, idet hans overvejelser af de kvanteteoretiske resultaters relevans for problemstillingen skal belyses. Endelig skal jeg i afsnit 4 berøre

Bohrs overvejelser angående forholdet mellem organismer og maskiner, med specielt henblik på bevidsthedsfænomener.

Bevidsthedsbegrebet.

Bohr forsøgte aldrig at opstille en egentlig definition af bevidsthed. Tværtimod hævdede han, at bevidstheden ikke kan forklares. Faktisk er det slet ikke til at sige, hvad det ville betyde at forklare bevidstheden. Med hans egne ord: "Uden at komme ind på metafysiske spekulationer tør jeg måske endnu tilføje, at enhver analyse af selve begrebet forklaring efter sit væsen vel må begynde og ende med resignation med hensyn til en redegørelse for vor egen bevidste tankevirksomhed." (AM I, p.21). Det var i hvert fald Bohrs holdning til spørgsmålet, da han i 1932 holdt foredrag for den 2. internationale kongres for lysterapi. 30 år senere holdt han ved indvielsen af det genetiske institut ved Kölns universitet et foredrag, som i nogen grad kan læses som et opgør med 1932-foredraget. Alene de to foredrags titler antyder noget sådant. Mens 1932-foredragets titel var "Lys og liv", gav Bohr 1962-foredraget titlen "Lys og liv påny". Meget tyder på, at Bohr i løbet af denne 30-års periode skiftede standpunkt i synet på livet. I 1932 mente han, at selve livets eksistens måtte tages som en fundamental kendsgerning i biologien. Molekylarbiologiens resultater, bl.a. Cricks og Watsons forslag til struktur for DNA-molekylerne, fik imidlertid stor betydning for hans stillingtagen. Erik Warburg, som besøgte ham få dage før hans død, citerer ham for følgende udtalelse: "Jeg tog fejl for 30 år siden, livet kan vist opstå af sig selv." (Kronik i Politiken d.13.august, 1963). I sine sidste leveår mente Niels Bohr tilsyneladende, at man ikke på forhånd skal afvise forklaringer på livets oprindelse alene ud fra fysiske og kemiske betragtninger. Som en naturlig forlængelse af dette synspunkt, har han givetvis også ment, at bevidstheden kunne opstå af sig selv. Om forståelsen af bevidsthedsbegrebet siger han i 1962: "Jeg behøver næppe at understrege, at ordet "bevidsthed" melder sig selv ved beskrivelsen af en adfærd, der er så kompliceret, at dens meddelelse indebærer henvisning til den individuelle organismes selv-erkendelse." (AM II, p.41). Selv om dette ikke er en definition af bevidsthed, er udtalelsen alligevel udtryk for en vis begrebsmæssig afgrænsning af bevidsthedsbegrebet. Bevidsthed hører for Bohr sammen med en adfærd, der er så kompliceret, at den kun kan beskrives under anvendelse af selv-reference. Det betyder, at selv om man muligvis kan nå ret så langt i den fysisk/kemiske beskrivelse af hjerneprocesserne, så vil beskrivelsen af bevidstheden alligevel aldrig kunne blive fuldstændig, fordi ethvert forsøg på totalbeskrivelse ville indebære en henvisning til bevidsthedens selvreference. Denne tanke illustrerede Bohr ved et foredrag i 1960 under henvisning til Poul Martin Møllers "En Dansk Students Eventyr", i hvilket licentiaten forsvarer sin manglende udnyttelse af

mulighederne for at skaffe sig et praktisk erhverv på følgende måde: "Min endeløse gransken gør, at jeg intet udretter. Fremdeles kommer jeg til at tænke på mine egne tanker derover, ja jeg tænker over, at jeg tænker derover og deler mig selv i en uendelig, tilbageskridende række af jeg'er, der betragter hinanden. Jeg ved ikke hvilket jeg, der skal standses ved som det egentlige, og i det øjeblik jeg standser ved et, er der jo igen et jeg der standser derved." (AM II p.25) Disse betragtninger bliver for licentiaten til en rædsom hovedpine. Fætteren, til hvem licentiaten forklarer sig, kan ikke hjælpe, for han holder sig til "forstandens brede landevej", hvor jeg'erne ikke kommer i ulave! - Når fætteren således klarer at styre uden om licentiatens problem, er det ifølge Bohr p.g.a. en vis tillært sproglig adfærd. Til syvende og sidst er problemet nemlig uløseligt for enhver bevidsthed. Enhver entydig meddelelse af en sindstilstand indebærer en skelnen mellem det jeg, der er i den pågældende tilstand, og det jeg, der beskriver tilstanden. Her kommer komplementariteten ind. Sindstilstanden og beskrivelsen af den er komplementære. Ord som henholdsvis "tanke" og "følelse" svarer til perspektiver, der gensidigt udelukker hinanden. Dette svarer ganske til, at vi, når vi forsøger at analysere vore egne følelser, næppe har dem mere! (AM I, p.39). Bohr påpeger, at denne komplementaritet i sproget er så betydningsfuld, at den må have været en integreret del af sproget lige siden dets oprindelse. Licentiatens problem er, at en udtømmende beskrivelse af det bevidste livs rigidom ikke er mulig, fordi de forskellige perspektiver forudsætter forskellige skillelinjer mellem subjekt og objekt. Der er for licentiaten ikke anden vej frem end at acceptere komplementariteten som et vilkår for den sproglige adfærd.

Hos Bohr er bevidsthedsbegrebet klart knyttet til sproget, idet bevidstheden nødvendigvis må manifestere sig i en adfærd, som kun kan beskrives under henvisning til bevidsthedens selverkendelse d.v.s. under udnyttelse af sprogets indbyggede komplementaritet. I foredraget "Kundskabens Enhed" fra 1954 inddrog Bohr yderligere aspekter af mulighederne for alternative placeringer af subjekt-objekt skillelinjen, idet han beskæftigede sig med spændingen mellem videnskabelig sandhed og åndelig/kulturel sandhed (AM I, p.96). Mens den førstnævnte vil beskrive verden i et eksakt sprog, som ikke har plads til værdier og idealer, kan den sidstnævnte netop tage udgangspunkt i en betoning af menneskelige og kulturelle værdier og idealer. De to aspekter reflekteres i sproget og dermed i bevidstheden på komplementær måde.

Den psyko-fysiske parallelisme.

Bohr ville ikke begrunde behovet for komplementaritetsbegrebet i beskrivelsen af bevidstheden direkte med kvanteteoretiske argumenter. Der var for ham udelukkende tale om en analogi, en pa-

rallel. I 1929 formulerede han sig på følgende måde: "Uden at udsætte mig for den misforståelse, at det var hensigten at indføre en mystik der er uforenelig med naturvidenskabens ånd, tør jeg måske i denne forbindelse minde om den ejendommelige parallel, som den fornyede diskussion om årsagssætningens gyldighed danner til den fra de ældste tider fortsatte diskussion om viljens frihed." (AN, p.95). I kvantemekanikken opgives den klassiske mekaniks traditionelle årsagsbeskrivelse og erstattes med en sandsynlighedsteoretisk beskrivelse. Alligevel opretholdes årsagssammenhængen ifølge Bohr som anskuelsesform for indordningen af sanseligtagelserne. Tilsvarende er viljens frihed oplevelsesform for sjælelivet, selv om denne frihed muligvis kan drages i tvivl. Bohr ser årsagssammenhængen og viljesfriheden som idealisationer, som er uundværlige i forholdet mellem subjekt og objekt.

Den psyko-fysiske parallelisme kan yderligere udbygges, idet selvreference/selvbevidsthed kommer til at svare til vekselvirkningen mellem måleinstrumenter og undersøgelsesobjekt. Ligesom diskussionen om viljens frihed inden for psykologien på frugtbar måde kan relateres til debatten om selvreference/selvbevidsthed, kan undersøgelsen af årsagssætningen med fordel sættes i relation til nødvendigheden af i kvantefysikken at tage hensyn til vekselvirkningen mellem måleinstrumenterne og undersøgelsesobjekterne.

Som endnu et eksempel på analogien mellem psykologi og fysik fremhævede Bohr problemerne med identitetsbegrebet. Problemerne med personlighedens temporale identitet svarer helt til vanskelighederne med forestillingen om materielle smådeles uforstyrrelige identitet (AN, p.82). Ifølge Bohr er der nemlig en modsætning mellem den associative tænknings kontinuerte fremadskriden og personlighedens temporale enhed, og på tilsvarende vis en modsætning mellem partikel- og bølgebeskrivelsen af materien. I begge tilfælde skal modsætningerne forstås som komplementaritetsforhold.

Som et sidste eksempel på den psyko-fysiske parallelisme kan man nævne begreberne om tid og rum. Bohr fremhævede, at ligesom tid og rum ifølge de Heisenberg'ske usikkerhedsrelationer først giver mening i kvantefysikken, hvis man kan se bort fra udveksling af energi og bevægelsesmængde ved iagttagelsen, således vil man også i psykologien først anse tid og rum som meningsfulde begreber, når der kan ses bort fra vekselvirkningen med målemlidlerne. (AN, p.79-82).

Det er vigtigt at fastholde, at Bohr's ærinde med præsentationen af den psyko-fysiske parallelisme ikke var at give psykologien et nyt værktøj til den faglige argumentation. Bohr's formål med analogien var først og fremmest af pædagogisk og systematisk art. Som pædagogisk virkemiddel skal den psyko-fysiske parallelisme vise, at komplementaritetsbegrebet ikke bare er anvendeligt inden for kvanteteorien, men også inden for allerede etablerede teorier som f.eks. de psykologiske. Begrebssystematisk set ville Bohr med introduktionen af den psyko-fysiske parallelisme demon-



strere, at komplementaritet bør forstås som et fundamentalt begreb for den menneskelige erkendelse inden for et hvilket som helst fagområde. Hvis denne status af komplementariteten accepteres, får det naturligvis konsekvenser. F.eks. bør man ifølge Bohr ikke blive forbavset, hvis det viser sig, at en undersøgelse af viljesfølelsen gennemført ved at følge hjerneprocesserne i detaljer, i sig selv vil destruere undersøgelsesobjektet, viljesfølelsen. (AN p.83). Dette synspunkt er parallelt til Bohrs standpunkt fra de tidlige skrifter om, at livet ikke er forklarligt ud fra en fysisk/kemisk analyse, fordi en sådan detaljeret undersøgelse ville slå det undersøgte liv ihjel. (AM I, p.18).

Viljens frihed.

Det er efterhånden standard at karakterisere den klassiske fysik som deterministisk og den moderne kvantefysik som indeterministisk, eftersom kvantefysikken opererer med sandsynlighedsbetragtninger, hvor den klassiske fysik leverer eksakte beskrivelser og forudberegninger. Denne sammenligning har gennem de forløbne årtier siden kvantemekanikkens opkomst fået mange til at søge en løsning på den tilsyneladende konflikt mellem den klassiske fysiks determinisme og forestillingen om en fri vilje ved at erstatte den gamle fysik med den nye. Som jeg andetsteds (2) har argumenteret for det, er en sådan betragtning næppe dybtgående nok til at kunne løse problemet. Bohr selv var meget klar i sin afvisning af den type løsningsforsøg: "Når man f.eks. har ment, at viljen skulle finde sit virkefelt ved reguleringen af atomare processer inden for organismen, for hvilke der på grundlag af atomteorien kun kan opstilles sandsynlighedsberegninger, drejer det sig om en opfattelse der er uforenelig med den her antydede fortolkning af den psyko-fysiske parallelisme." (AM I, p.21). Det forekommer temmelig misvisende at se den frie vilje som en forstærkning af de mikro-fysiske tilfældigheder. I sin analyse af løsningsforslaget har K.R.Popper (3) konkluderet: "The attempt to make use of quantumtheoretical indeterminacy is unsatisfactory, because it leads to chance rather than freedom, and to snapdecisions rather than deliberate decisions." Poppers synspunkt i denne sag er helt på linje med Bohrs. For dem begge står det klart, at viljesfriheden ikke kan være baseret på de Heisenbergske usikkerhedsrelationer m.m. I 1932 betonedede Bohr, at følelsen af viljesfrihed skal opfattes som et træk ved bevidsthedslivet, hvis materielle parallel må søges i de organiske funktioner, som hverken står åben for beskrivelse ved hjælp af den klassiske mekanik eller den moderne kvantemekanik. Som vi nedenfor skal se, kunne noget tyde på, at Bohr senere var rede til at revidere dette synspunkt, således at den organiske basis for viljesfriheden alligevel i nogen udstrækning bliver beskrivelig med fysiske termer.

Det er værd at bemærke, at Bohr nøjedes med forsigtigt at

tale om følelsen af viljesfrihed. Følelsen var klar nok som uundværligt element i den menneskelige bevidsthed, men spørgsmålet om dens eventuelle forankring i en eller anden form for virkelig frihed var for ham åbent og i hvert fald ikke direkte afgøreligt ved fysikkens hjælp. Derimod påpegede han, at umuligheden for ved selviagttagelse at sætte skarpt skel mellem subjekt og objekt "skaber det nødvendige spillerum for viljesytringer" (AM. I, p.33). Bohr udtrykte en klar forståelse af sammenhængen mellem frihed og kommunikation. Sproget forudsætter som meddelelsesmiddel den menneskelige frihed. Uden den bliver en række sproglige udtryk ganske enkelt meningsløse. Med Bohr's egne ord: "Viljesbegrebet spiller jo en uundværlig rolle i menneskelige meddelelser svarende til ord som håb og ansvar." (AM II, p.25).

Maskine, organisme, bevidsthed.

Bohr beskæftigede sig i flere af sine foredrag med forholdet mellem levende organismer og maskiner, givetvis fordi han ved sammenligning mellem organismer og maskiner søgte at afsløre nogle karakteristiske kendetegn ved livet – og i særdeleshed ved det menneskelige liv. I foredraget "Lys og liv" fra 1932 søgte Bohr at beskrive forskellen mellem levende organismer og rent mekaniske indretninger som f.eks. et urværk. Han fremhævede, at levende organismer måtte forstås som organiserede enheder, som kun i nogen udstrækning kunne analyseres ved hjælp af sædvanlige mekaniske begreber, fordi de mekanistiske træk i organismens organisation er uløseligt knyttet til "atomistiske træk på en måde, der ikke har noget sidestykke i den uorganiske verden." (AM I, p.17).

Mens det er en forholdsvist taknemmelig opgave at sammenligne en levende organisme med et urværk, er opgaven straks vanskeligere, når det f.eks. drejer sig om sammenligning med en elektronregnemaskine. Urværket er forholdsvist overskueligt, mens elektronregnemaskinen er langt mere kompleks. I sit foredrag "Kundskabens Enhed", som Bohr holdt i oktober 1954, var han tydeligvis langt mindre kategorisk i sin formulering end i 1932. I 1954-foredraget udtrykte han sig bl.a. på følgende måde: "Hele udviklingen har atter, skønt på en ny måde, bragt den mekanistiske indstilling til biologiske problemer i forgrunden, men samtidig trænger spørgsmålet sig på, om en sammenligning mellem organismerne og højt komplicerede og forfinede fysiske systemer, som moderne industrielle konstruktioner eller elektronregnemaskiner, er det rette grundlag for den objektive beskrivelse af selvregulerende helheder som levende organismer." (AM I, p.92). Den udvikling, som Bohr hentyder til i citatet er givetvis først og fremmest udviklingen inden for den biologiske videnskab, men det er også klart, at Bohr har bemærket den næsten eksplosive udvikling inden for computer-teknologien. Opmærksomheden for den sidstnævnte udvikling havde fået Bohr til seriøst at overveje forskelle og ligheder mellem levende organismer og maskiner. De ma-

skiner, som Bohr i 1954 havde kendskab til, overgik på afgørende måde de urværksmekanismer, som han havde henvist til i sit 1932-foredrag. De nye elektronregnemaskiner kunne med større ret, end tilfældet var med urværkerne, sammenlignes med selvregulerende mekanismer. Imidlertid fastholdt Bohr, at den detaljerede fysisk/kemiske undersøgelse af organismen er komplementær til den egentlige biologiske beskrivelse af organismens liv. Med hans egne ord: "Hovedpunktet er, at kun ved at afstå fra på tilvant måde at søge en forklaring på livet, får vi mulighed for at tage dets karakteristiske træk i betragtning." (AM I, p.93).

Også i sit foredrag til den Internationale Farmaceutkongres i august 1960 beskæftigede Bohr sig med forholdet mellem levende organismer og maskiner. Han fremhævede, at en række væsentlige processer i forbindelse med organismen ikke er af umiddelbart reversibel karakter, og at disse processer ved ernæring og åndedræt fører til øget stabilitet i organismen. Bohr havde lagt mærke til, at noget lignende gjaldt de nyeste datamaskiner: "På trods af al forskel i skala og funktion står vi her over for en vidtgående lighed mellem levende organismer og automatiske maskiner. På grundlag af de seneste fremskridt i teknologien er det således muligt at konstruere maskiner, der reagerer på enhver foreskrevet måde og endog er i stand til at reparere og reproducere sig selv, såfremt de har adgang til de fornødne materialer og energikilder." (AM II, p.32). Bohr betonedede imidlertid, at det organiske liv som manifestation af de atomare vekselvirkningers righoldige muligheder går langt ud over det, der udnyttes ved konstruktionen af maskiner. Sagen er, påpegede Bohr, at man ved konstruktion af elektronregnemaskiner m.m. i det væsentlige ser bort fra stoffets atomare opbygning, som derimod er helt afgørende for den levende organisme. Derfor er den levende organisme langt mere kompliceret end maskinen, og den høje grad af kompleksitet medfører, at begreber som selvopholdelse og formålstjenlighed bliver frugtbare i forbindelse med beskrivelsen af organismen.

I foredraget "Lys og liv påny", som Bohr holdt i juni 1962, udviklede han yderligere det synspunkt, at en hovedforskel mellem levende organismer og maskiner kan findes ved kortlægning af de fysisk/kemiske egenskaber og processer, som kendetegner de to slags enheder: "Virkemåden af bestanddelene i moderne mekaniske og elektromagnetiske regnemaskiner er jo bestemt simpelthen af deres form og af sådanne almindelige materialeegenskaber som mekanisk stivhed, elektrisk ledningsevne og magnetisk susceptibilitet. Hvad konstruktionen af maskiner angår, fremstilles sådanne materialer én gang for alle af mere eller mindre krystallinske sammenhobninger af atomer, mens vi for levende organismer har at gøre med en bemærkelsesværdig rytme af en anden art, hvor de molekulære polymeriseringsprocesser, som, hvis de blev fortsat ubegrænset, ville gøre organismen lige så død som en krystal, atter og atter bliver afbrudt." (AM II, p.40). Bohr var naturlig-

vis opmærksom på, at den fremtidige teknologiske udvikling ville kune føre til nye maskin-typer, som i højere grad lignede de levende organismer. Faktisk ville en frugtbar vekselvirkning mellem fysisk og biologisk forskning efter hans mening kunne bidrage væsentligt til en sådan teknologisk udvikling. Anvendelsen af fysiske metoder og synspunkter ville inden for biologien fortsat kunne føre til betragtelige fremskridt, ligesom studiet af organismernes kompleksitet ville kunne gøre forskerne opmærksomme på stadig nye muligheder for fysiske mekanismer.

På baggrund af ovenstående ville det være naturligt at spørge om der findes en logisk, principiel grænse mellem de levende organismer i naturen og de konstruerbare maskiner. Bohr overvejede givetvis spørgsmålet, men i sine skrifter præsenterede han kun enkelte brudstykker til en besvarelse. Sagen er nok, at Bohr slet ikke var afklaret i spørgsmålet, men fortsat overvejede forskellige aspekter af det. Han var tydeligvis opmærksom på, at en række af de skel, som vi i dag er tilbøjelige til at sætte, senere vil vise sig kun at have haft foreløbig status. Bohr henviste bl.a. til, at det af og til hævdes, at begreber som formålstjenlighed og selvopholdelse efterhånden vil vise sig at være overflødige, fordi de kan opløses i mere simple begreber. I det hele taget var problemstillingen for Bohr uløseligt knyttet til spørgsmål vedrørende sproglige udtryksmuligheder og menneskelig erkendelse. Tilsyneladende forudsatte han, at den konstruerbare mekanisme også er forklarlig m.h.t. virkemåde, hvorfor et frugtbart begrebsapparat bliver afgørende for de praktiske muligheder. Dette bliver i særlig grad klart i forbindelse med forsøg på fysisk/kemisk undersøgelse af den menneskelige bevidsthed. Det forhold, at sindssygdomme kan behandles med fysisk/kemiske påvirkninger, synes jo klart at dokumentere, at en sådan undersøgelse skulle kunne afdække fundamentale træk ved bevidstheden. Imidlertid vil undersøgelsen støde på alvorlige vanskeligheder, som ifølge Bohr var "uløseligt forbundet med den begrænsede rækkevidde af de begreber, der er til rådighed for en sådan undersøgelse." (AM II p.34). Muligvis kunne visse bevidsthedsfænomener forklares tilfredsstillende på mekanistisk vis. Bohr bemærkede bl.a., at den kendsgerning, at alt hvad der kommer til vor bevidsthed erindres, tyder på, at det efterlader varige spor i organismen (AM II, p.42). Men selv om en sådan forklaring på enkelte områder skulle være mulig, ville det fysisk/kemiske begrebsapparat givetvis vise sig at være utilstrækkeligt til en fuldstændig forklaring på bevidsthedsfænomenerne. Bohr fremhævede, at når det gælder om at beskrive selv-erkendelsen, rækker den fysisk/kemiske beskrivelse helt klart ikke til.

Afslutning

Det er ret tydeligt, at der i perioden fra 1932 til 1962 var bevægelse i Bohr's svar på spørgsmålet om mulighederne for at for-

klare og beskrive bevidstheden. Under indtryk af såvel den biologiske forskning som udviklingen inden for computer-teknologien, måtte han anerkende, at en større del af organismens funktioner, end han havde forestillet sig i 1932, kunne forklares og beskrives ved hjælp af fysiske, kemiske/mekanistiske begreber. I 1962 udtrykte han sig på følgende måde: "Jeg tror, at den undren, som fysikerne følte for 30 år siden, har taget en ny retning. Livet vil altid være en kilde til undren. Men det, der skifter, er balancen mellem denne følelse af undren og modet til at stræbe efter at forstå." (AM II, p.40). Bohr mente, at hans samtidiges mod til at søge efter at forstå livet var langt større end forskernes 30 år tidligere. Denne optimisme m.h.t. mulighederne for en mere indgående beskrivelse af livet (og specielt bevidstheden) i fremtiden, udmøntede sig for Bohr i anvisningen af en hovedopgave: at formulere et begrebsapparat, som er mere vidtrækkende end det fysisk/kemiske/mekanistiske. Således forstået kan Bohrs tænkning læses som en udfordring til forskningen inden for kunstlig intelligens. Det bør nok tilføjes her, at Bohr ikke regnede med at den begrebsmæssige komplementaritet kunne ophæves ved introduktion af et nyt begrebsapparat. Tværtimod bør komplementariteten accepteres som et ufravigeligt element. Det vil i forbindelse med den menneskelige erkendelse altid være nødvendigt at trække en skillelinje mellem subjekt og objekt. Konsekvenserne af denne nødvendighed for sproget - og dermed også for det erkendelsesteoretiske begrebsapparat - kan ikke elimineres. Men det er stadig uafklaret i hvor høj grad dette begrebsmæssige grundvilkår kan forenes med rent mekanistiske forklaringer på bevidsthedsfænomenerne.

Referencer:

- (1) Bohr-citaterne er fra
 "Atomteori og naturbeskrivelse", København 1958 (AN),
 "Atomfysik og menneskelig erkendelse", København 1959 (AM I),
 "Atomfysik og menneskelig erkendelse II", København 1964 (AM II)
- (2) Time and Free Choice, Danisk Yearbook of Philosophy, Vol.20, 1983, p.55-66
- (3) Popper, K.R.: Of Clouds and Clocks, Washington 1965, p.31