

ATOMERNE OG DEN MENNESKELIGE ERKENDELSE

Foredrag i Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs møde
den 14. oktober 1955.

Af **Niels Bohr.**

Den udforskning af atomernes verden, som vort århundrede har bragt, har i videnskabens historie næppe noget sidestykke hvad angår fremskridt i kendskab til og beherskelse af den natur, hvoraf vi selv er del. Med enhver forøgelse af viden og kunnen er jo forbundet et større ansvar, og indfrielsen af de rige løfter og overvindelsen af de nye farer, som atomtiden indebærer, stiller hele vor civilisation på den alvorligste prøve, der kun kan bestås ved sammenhold af alle folkeslag hvilende på indbyrdes forståelse af det menneskelige fællesskab. For forhåbninger om at kunne bygge bro over skillelinier frembragt af forskelle i folkenes levevilkår og historie turde det være af betydning, at videnskaben, der ingen landegrænser kender og hvis vindinger er fælleseje, gennem tiderne har forenet mennesker i stræben efter at klarlægge grundlaget for vor erkendelse. Som jeg skal forsøge at vise, har de studier af atomerne, der skulle få så store følger og hvis fremgang har hvilet på et verdensomspændende videnskabeligt samarbejde, ikke alene uddybet vor kundskab og forståelse på et nyt erfaringsområde, men tillige stillet almene erkendelsesproblemer i ny belysning.

Det kunne måske i første øjeblik synes overraskende, at netop atomvidenskaben skulle rumme en belæring af almen karakter, men vi må erindre, at den på alle stadier af sin udvikling har berørt dybtliggende erkendelsesproblemer. Allerede oldtidens tænkere søgte jo i antagelsen af en grænse for stoffernes delelighed at finde et grundlag for forståelsen af de træk af be-

standighed, som naturfænomenerne trods al mangfoldighed og foranderlighed udviser. Omend atomforestillingerne under fysikkens og kemiens udvikling siden Renaissance viste sig stadig mere frugtbare, var det dog lige op til vort århundrede en udbredt opfattelse, at det drejede sig om en hypotese, idet man anså det for givet, at vore sanseorganer, selv opbyggede af praktisk talt utallige atomer, var altfor grove til iagttagelse af stofferens mindste dele. Situationen skulle imidlertid ændres væsentligt ved de store opdagelser omkring århundredeskiftet, og som bekendt blev det ved eksperimentalteknikkens fremskridt muligt direkte at registrere virkninger af enkelte atomer og at vinde oplysninger om selve atomernes opbygning af mere elementære bestanddele.

Medens allerede den antike atomlære øvede dyb indflydelse på udviklingen af den mekaniske naturopfattelse, var det dog studiet af de umiddelbart tilgængelige astronomiske og fysiske erfaringer, der gav anledning til at efterspore de lovmæssigheder, som finder udtryk i den såkaldte klassiske fysik. Med Galileis program, hvorefter redegørelsen for fænomenerne baseres på målelige størrelser, lykkedes det at frigøre sig for de sammenligninger med oplevelser af legemlig anstrengelse under bevægelse og med motiver for vore handlinger, der så længe havde hindret mekanikkens rationelle udformning. I Newtons principper fandt man således grundlaget for en deterministisk beskrivelse, der tillader ud fra kendskabet til et fysisk systems tilstand til et givet tidspunkt at forudsige tilstanden til enhver efterfølgende tid. Efter disse retningslinier lykkedes det også senere at indordne de elektromagnetiske fænomener, hvilket dog krævede, at man i beskrivelsen af systemets tilstand foruden de elektriserede og magnetiserede legemers plads og hastigheder medtager styrken og retningen af de elektriske og magnetiske kræfter i hvert punkt af rummet til det givne tidspunkt.

I den begrebsbygning, der kendetegner den klassiske fysik, mente man jo længe at besidde det rette værktøj til beskrivelsen af alle fysiske fænomener, og ikke mindst viste den sig egnet til frugtbargørelse af de atomistiske forestillinger. Rigtignok kunne der for systemer, der som de sædvanlige legemer er opbygget af et uhyre stort antal smådele, ikke blive tale om en fuldstændig beskrivelse af systemernes tilstand. Uden opgivelse af

det deterministiske ideal viste det sig imidlertid muligt på grundlag af de klassiske mekaniske principper at udlede statistiske lovmæssigheder, der genspejlede mange af legemernes egenskaber. Til trods for, at de mekaniske bevægelseslove tillader en fuldstændig omvendning af de enkelte processers forløb, fandt således varmfænomenernes karakteristiske irreversible træk vidtgående forklaring gennem den statistiske energiligevægt, som frembringes ved molekylernes vekselvirkninger. Denne store udvidelse af mekanikkens anvendelsesområde understregede yderligere atomforestillingernes uundværlighed i naturbeskrivelsen og åbnede de første muligheder for en tælling af stoffernes atomer.

Afklaringen af grundlaget for de termodynamiske love skulle imidlertid lede på sporet af et helhedstræk hos atomare processer, der går langt ud over den gamle lære om stoffernes begrænsede delelighed. Som bekendt var det den nærmere undersøgelse af varmemestrålingsfænomenerne, der blev prøvestenen for rækkevidden af den klassiske fysiks forestillinger. Opdagelsen af de elektromagnetiske bølger havde jo givet et grundlag for forståelsen af lysets forplantning, der vidtgående tillod at forklare stoffernes optiske egenskaber, men bestræbelserne på at gøre rede for varmemestrålingsligevægten stillede sådanne forestillinger over for uoverstigelige vanskeligheder. Det var netop den omstændighed, at man her havde at gøre med argumenter baserede på almindelige principper og ganske uafhængige af specielle antagelser om stoffernes byggestene, som i det første år af dette århundrede førte Planck til opdagelsen af det universelle virkningskvantum, der klart skulle vise, at man i den klassiske fysiks beskrivelsesmåde havde at gøre med en idealisation med begrænset anvendelighed. Ved fænomener i sædvanlig målestok er de optrædende virkninger så store i forhold til kvantet, at dette kan lades ude af betragtning. Derimod møder vi ved de egentlige kvanteprocesser lovmæssigheder, der er ganske fremmede for den mekaniske naturopfattelse og som unddrager sig billedlig deterministisk beskrivelse.

Den opgave, som Plancks opdagelse stillede fysikerne overfor, var intet mindre end gennem en indgående undersøgelse af forudsætningerne for anvendelsen af vore mest elementære be-

greber at skaffe plads for virkningskvantet i en rationel almindeliggørelse af den fysiske beskrivelse. Under kvantefysikkens udvikling, der har rummet så mange overraskelser, er vi gang på gang blevet belært om vanskelighederne ved at orientere sig på et erfaringsområde så fjernt fra det, til hvis beskrivelse vore udtryksmidler er tilpasset. De hastige fremskridt har været betinget af et omfattende og intensivt samarbejde mellem fysikere fra mange lande, hvorved forskellige indstillinger på mest frugtbar måde har hjulpet til at bringe problemerne i stadig klarere belysning. Ved denne lejlighed vil det selvfølgelig ikke være muligt nærmere at omtale de enkeltes bidrag, og som en baggrund for de efterfølgende betragtninger skal jeg blot kort minde om nogle af udviklingens hovedtræk.

Medens Planck forsigtigt holdt sig til statistiske argumenter og understregede vanskelighederne ved i en mere detaljeret beskrivelse at forlade det klassiske grundlag, pegede Einstein i det samme år, hvor han gennem skabelsen af relativitetsteorien gav den klassiske fysiks begrebsbygning en så harmonisk afrunding, med stor dristighed på nødvendigheden af at tage hensyn til virkningskvantet ved individuelle atomare fænomener. Især påviste han, at beskrivelsen af iagttagelserne vedrørende fotoelektriske effekter forlanger, at overførelsen af energi til hver enkelt af de fra stofferne udjagede elektroner netop svarer til absorption af et såkaldt strålingskvantum. Da der imidlertid ikke kunne være tale om simpelthen at erstatte den for redegørelsen for lysvirkningernes forplantning uundværlige bølgeforestilling med noget anskueligt partikelbillede, stilledes man her over for et ejendommeligt dilemma, hvis løsning skulle kræve indgående undersøgelse af billedlige forestillingers rækkevidde.

Dette spørgsmål tilspidsedes som bekendt yderligere gennem Rutherfords opdagelse af atomkernen, der trods sin lidenhed indeholder næsten hele atomets masse og hvis elektriske ladning svarer til antallet af elektroner i det neutrale atom. På den ene side fik man herved et simpelt billede af atomet, der umiddelbart tilbød sig for anvendelse af mekaniske og elektromagnetiske forestillinger. På den anden side var det klart, at ingen konfiguration af elektriske partikler efter den klassiske fysiks principper vil besidde en stabilitet nødvendig til forklaring af atomernes fysiske og kemiske egenskaber. Navnlig måtte enhver

bevægelse af elektronerne omkring atomkernen efter den klassiske elektromagnetiske teori give anledning til en stadig udstråling af energi, der ville medføre en hurtig sammentrækning af systemet, indtil elektronerne forenede sig med kernen til en neutral partikel af dimensioner forsvindende små i forhold til dem, der må tillægges atomerne. I de hidtil ganske uforklarlige empiriske love for grundstoffernes linesspektre fik man imidlertid et fingerpeg om virkningskvantets afgørende betydning for atomernes stabilitet og strålingsreaktioner.

Udgangspunktet blev her det såkaldte kvantepostulat, hvorefter enhver ændring i et atoms energi fremkommer som resultat af en fuldstændig overgang mellem to af dettes stationære tilstande. Ved endvidere at antage, at det ved alle atomare strålingsreaktioner drejer sig om en emission eller absorption af et enkelt lyskvantum, blev det muligt ved hjælp af spektrene at bestemme de stationære tilstandes energiværdier. Selvfølgelig var det inden for en deterministisk beskrivelses rammer udelukket at forklare overgangsprocessernes udelelighed og nærmere at redegøre for deres forekomst under givne betingelser. Ved hjælp af det såkaldte korrespondensprincip, hvorefter man gennem en sammenligning med det på klassisk grundlag forventede forløb af processerne søgte direktiver for en med kvantepostulater forenelig statistisk almindeliggørelse af beskrivelsen, lykkedes det imidlertid at opnå et overblik over elektronernes bindingsforhold i atomerne, der genspejlede mange af stoffernes egenskaber. Dog viste det sig mere og mere klart, at det for en modsigelsesfri redegørelse for atomfænomenerne var nødvendigt i endnu højere grad at give afkald på brugen af billeder og gennem en radikal omformning af hele beskrivelsen at skaffe plads til alle af virkningskvantets betingede træk.

Den løsning, som man nåede til gennem sindrige bidrag fra en række af vor tids mest fremragende teoretikere, var overraskende simpel. Ligesom ved formuleringen af relativitetsteorien fandt man i matematikkens højt udviklede abstraktioner de rette hjælpemidler. I den kvantemekaniske formalisme erstattes de størrelser, der i den klassiske fysik benyttes til beskrivelse af et systems tilstand, med symbolske operatorer, hvis ombyttelighed indskrænkes ved regneregler, hvori virkningskvantet indgår. Dette medfører, at størrelser som partiklernes stedkoordinater

og de tilsvarende bevægelsesmængdekomponenter ikke på en gang kan tilskrives bestemte værdier, og netop herved fremtræder formalismens statistiske karakter som en utvungen generalisation af den klassiske fysiks deterministiske beskrivelsesmåde. Denne generalisation tillod endvidere på konsekvent måde at formulere lovmæssigheder, der begrænser ensartede partiklers individualitet og for hvilke der ligeså lidt som for virkningskvantet selv kan gives noget udtryk ved tilvante fysiske billeder.

Ved hjælp af de kvantemekaniske metoder lykkedes det i løbet af få år at gøre rede for et overordentlig stort erfaringsmateriale vedrørende stoffernes fysiske og kemiske egenskaber. Ikke alene blev det muligt i enkeltheder at klarlægge bindingsforholdene for elektronerne i atomer og molekyler, men tillige at opnå dybtgående indsigt i selve atomkernernes opbygning og reaktioner. I den sidste forbindelse har ikke mindst de tidligt opdagede sandsynlighedslove for de spontane radioaktive kernesønderdelinger harmonisk kunnet indlemmes i den statistiske kvantemekaniske beskrivelse. Også med hensyn til egenskaberne hos de nye elementarpartikler, som i de seneste år er blevet iagttaget ved studiet af atomkerneomdannelser ved høje energier, er der stadig opnået fremskridt ved formalismens tilpasning til relativitetsteoriens invariansfordringer. Her møder vi dog nye problemer, hvis løsning øjensynlig forlanger videregående abstraktioner, egnet til at sammenknytte virkningskvantet og den elektriske elementarladning.

Til trods for kvantemekanikkens frugtbarhed inden for så stort et erfaringsområde har afkaldet på tilvante krav til fysisk forklaring givet anledning til tvivl hos mange fysikere og filosoffer, om vi her har at gøre med en udtømmende beskrivelse af atomfænomenerne. Især er der givet udtryk for den opfattelse, at den statistiske beskrivelsesmåde må betragtes som en midlertidig udvej, der i hvert fald i princippet burde kunne erstattes med en deterministisk beskrivelse. Den indgående diskussion af dette spørgsmål har imidlertid medført en afklaring af vor stilling som iagttagere på atomfysikkens område, der netop har givet os den erkendelsesteoretiske belæring, som jeg i begyndelsen af foredraget hentydede til.

Da videnskabens mål er at forøge og ordne vore erfaringer, må enhver undersøgelse af vilkårene for menneskelig erkendelse hvile på overvejelser af vore meddelelsesmidlers karakter og rækkevidde. Grundlaget er jo her det for vor orientering i omgivelserne og for organisationen af det menneskelige samfund udviklede sprog. Ved erfaringernes forøgelse rejser sig imidlertid stadig spørgsmålet om tilstrækkeligheden af de begreber og forestillinger, der indgår i dagligsproget. På grund af de fysiske problemers forholdsvis simplehed er de særlig egnede til undersøgelsen af meddelelsesmidlernes brug, og vi er netop gennem atomfysikkens udvikling blevet belært om, hvorledes det er muligt uden at forlade det fælles sprog at skabe en ramme tilstrækkelig vid for en udtømmende beskrivelse af nye erfaringer.

Det er i denne forbindelse afgørende at gøre sig klart, at man ved enhver redegørelse for fysiske erfaringer må beskrive såvel forsøgsomstændighederne som iagttagelserne ved hjælp af de samme meddelelsesmidler som benyttes i den klassiske fysik. Ved undersøgelse af enkelte atomare partikler muliggøres dette ved irreversible forstærkningseffekter — som en plet på en fotografplade efterladt ved en elektrons indtrængen i denne eller et strømstød frembragt i en tælleindretning — og iagttagelserne vedrører blot de derved opnåede oplysninger om, hvor og hvornår partiklen opfangedes på fotografpladen, eller om dens energi ved ankomsten til tælleren. Disse oplysninger forudsætter selvfølgelig kendskab til fotografpladens position i forhold til de andre i forsøgsopstillingen indgående dele, som regulerende blændere og lukkere der fastlægger rum-tidskoordinationen, eller elektriserede og magnetiserede legemer der bestemmer de på partiklen virkende ydre kraftfelter og derigennem afgiver grundlag for energimålinger. Forsøgsomstændighederne kan varieres på mangfoldige måder, men det afgørende er, at vi i hvert enkelt tilfælde må kunne meddele andre, hvad vi har gjort og hvad vi har lært, og at derfor måleinstrumenternes funktioner må beskrives inden for den klassiske fysiks forestillingskreds.

Da alle målinger således kun angår legemer, der er tilstrækkelig tunge til, at man ved deres beskrivelse kan se bort fra virningskvantet, er der for så vidt intet nyt iagttagelsesproblem i atomfysikken. Den forstærkning af de atomare effekter, der til-

lader at basere redegørelsen på målelige størrelser og som giver fænomenerne en ejendommelig afsluttet karakter, understreger i denne forbindelse blot den irreversibilitet, der kendetegner selve iagttagelsesbegrebet. Medens der inden for den klassiske fysiks rammer ikke er nogen principiel forskel på målemlidernes og undersøgelsesobjekternes beskrivelse, ligger forholdene for kvantefænomenernes vedkommende væsentlig anderledes. Ikke alene peger spørgsmålet om objekternes egen stabilitet og individualitet på en begrænsning af forestillingen om veldefinerede atomare systemer, men allerede inden for det store erfaringsområde, hvor denne forestilling kan bevares, sætter virkningskvantet grænser for beskrivelsen af systemernes tilstand ved rum-tidskoordinater og bevægelsesmængde- og energistørrelser. Da den klassiske fysiks deterministiske beskrivelse netop hviler på antagelsen af en ubegrænset forenelighed af rum-tidskoordinationen og de dynamiske bevarelseslove, står vi åbenbart her over for problemet om en sådan beskrivelses uindskrænkede gennemførlighed for de atomare objekters vedkommende.

Til afklaringen af dette hovedpunkt bidrog især henvisningen til den rolle, som vekselvirkningen mellem objekterne og måleinstrumenterne spiller i kvantefænomenernes beskrivelse. Som fremhævet af Heisenberg medfører virkningskvantet, at konstateringen af et objekts tilstedeværelse i et begrænset rum-tidsområde vil være forbundet med en udveksling af bevægelsesmængde og energi imellem målemlidet og objektet, der er desto større jo mindre det omhandlede område vælges, og det måtte derfor blive af afgørende betydning at undersøge, i hvilken udstrækning sådan med iagttagelsen forbunden vekselvirkning kan tages særskilt i betragtning ved fænomenernes beskrivelse. Dette spørgsmål har været genstand for megen diskussion, og der er fremkommet mange forslag med sigte på en fuldstændig kontrol af alle vekselvirkninger. Ved sådanne betragtninger er der imidlertid ikke taget tilstrækkelig hensyn til, at selve redegørelsen for målemlidernes funktioner medfører, at enhver af virkningskvantet betinget vekselvirkning mellem disse og de atomare objekter på uadskillelig måde indgår i fænomenerne.

Ved en hvilken som helst forsøgsanordning, der tillader at konstatere en partikels tilstedeværelse i et begrænset rum-tidsområde, må der jo benyttes fast anbragte målestokke og synkroniserede

ure, der efter deres definition udelukker kontrol af en til dem overført bevægelsesmængde eller energi. Omvendt kræver enhver entydig anvendelse af dynamiske bevarelseslove i kvantefysikken, at det omhandlede fænomens beskrivelse for de atomare objekters vedkommende indebærer et principielt afkald med hensyn til detaljeret rum-tidskoordination. Dette gensidige udelukkelsesforhold mellem de forsøgsbetingelser, som de elementære begrebers brug forudsætter, medfører at hele forsøgsanordningen må tages i betragtning ved fænomenernes veldefinerede beskrivelse. I denne sammenhæng finder kvantefænomenernes udelelighed konsekvent udtryk deri, at enhver definerbar underdeling ville kræve en ændring af forsøgsanordningen med optræden af nye individuelle fænomener. Selve grundlaget for en deterministisk beskrivelse er således faldet bort, og forudsigelsernes statistiske karakter fremtræder derved, at der under samme forsøgsomstændigheder i almindelighed fremkommer iagttagelser svarende til forskellige mulige individuelle processer.

Sådanne betragtninger har ikke alene opklaret det i det foregående omtalte dilemma vedrørende lysforplantningen, men også bragt den fuldstændige løsning af de tilsvarende paradokser med hensyn til billedlig fremstilling af materielle partiklers forhold, som den senere udvikling har stillet os overfor. Der kan jo her ikke blive tale om nogen fysisk forklaring i tilvant forstand, men om den fjernelse af enhver tilsyneladende modsigelse, som er alt, hvad vi på et nyt erfaringsområde kan forlange. Hvor store kontraster en sammenligning mellem erfaringer vedrørende atomare objekter, vundet under forskellige forsøgsbetingelser, end kan frembyde, må sådanne fænomener betegnes som komplementære i den forstand, at de hver især er veldefinerede og tilsammen udtømmer al definerbart kendskab til de pågældende objekter. Den kvantemekaniske formalisme, der tager direkte sigte på sammenfatning af iagttagelser, der er opnået under forsøgsomstændigheder beskrevet ved elementære fysiske begreber, giver netop en udtømmende komplementær redegørelse for et meget stort erfaringsområde. Afkaldet på anskuelige billeder gælder kun selve de atomare objekters tilstand, medens grundlaget for beskrivelsen af forsøgsomstændighederne såvel som vor frihed til at vælge disse er fuldt ud bevaret. Hele formalismen, hvis anvendelse kun er veldefineret for afsluttede fænomener, er

i alle sådanne henseender at betragte som en rationel almindelig-gørelse af den klassiske fysik.

På baggrund af den indflydelse, som den mekaniske natur-opfattelse har udøvet på filosofisk tænkning, er det forståeligt, at man fra mange sider har opfattet komplementaritetssynspunktet som rummende en med beskrivelsens objektivitet uforenelig henvisning til den subjektive iagttagelse. Selvfølgelig må vi på ethvert erfaringsområde opretholde en skarp adskillelse mellem iagttageren og indholdet af iagttagelserne, men vi må betænke, at virkningskvantets opdagelse har stillet selve grundlaget for naturbeskrivelsen i ny belysning og belært os om hidtil upåagtede forudsætninger for den rationelle anvendelse af de begreber, på hvilke meddelelserne om erfaringerne hviler. I kvantefysikken er, som vi har set, en redegørelse for måleinstrumenternes funktioner uundværlig for definitionen af fænomenerne, og vi må så at sige drage skillelinien mellem subjekt og objekt på en måde, der i hvert enkelt tilfælde sikrer den entydige anvendelse af de i meddelelserne benyttede elementære fysiske begreber. Langtfra at rumme en mod videnskabens ånd stridende mystik henviser betegnelsen komplementaritet blot til de med vor stilling ved beskrivelsen og sammenfatningen af erfaringerne på atomfysikkens område forbundne erkendelsesvilkår.

I lighed med tidligere fremskridt inden for fysikken har den belæring om almindelige vilkår for menneskelig erkendelse, som vi har fået gennem atomfysikkens udvikling, ikke kunnet undgå at give anledning til fornyet overvejelse af vore meddelelsesmidlers brug for objektiv beskrivelse på andre erfaringsområder. Ikke mindst rejser den særlige betoning af iagttagelsesproblemet spørgsmålet om de levende organismers plads i naturbeskrivelsen og om vor egen stilling som tænkende og handlende væsner. Omend det inden for den klassiske fysiks forestillingskreds var muligt i en vis udstrækning at sammenligne organismene med maskiner, var det klart, at mange af livets karakteristiske træk ved sådan sammenligning ikke kom til deres ret, og den mekaniske naturopfattelses afmagt over for beskrivelsen af menneskets situation fandt særlig udtryk i de vanskeligheder, som den primitive adskillelse mellem sjæl og legeme frembyder.

De problemer, vi her møder, er øjensynlig forbundet med, at der til beskrivelsen af mange sider af den menneskelige tilværelse kræves en sprogbrug, der ikke umiddelbart hviler på simple fysiske billeder. Netop erkendelsen af den begrænsede anvendelighed af sådanne billeder ved redegørelsen for atomfænomenerne giver imidlertid et fingerpeg om, hvordan vi, stillet over for biologiens og psykologiens problemer, må søge plads for erfaringerne inden for en objektiv beskrivelses rammer. Ligesom i det foregående drejer det sig her om i hvert enkelt tilfælde at være opmærksom på skillelinien imellem iagttageren og indholdet af meddelelserne. Medens snittet mellem subjekt og objekt i den mekaniske naturopfattelse lå fast, er det netop den med betingelserne for udtryksmidlernes konsekvente brug forbundne forskellige placering af en sådan skillelinie, der giver den nødvendige plads for en mere omfattende beskrivelse.

Uden at forsøge nogen nærmere definition af organisk liv tør vi sige, at en levende organisme kendetegnes ved sin selvstændighed og tilpasningsevne, der bevirker, at vi ved beskrivelsen af organismens indre funktioner og dens reaktioner på ydre påvirkninger ofte må benytte det for fysik og kemi ganske fremmede ord formålstjenlighed. Omend atomfysikkens resultater har fundet mangfoldige anvendelser i biofysik og biokemi, er der jo ved de udelelige afsluttede kvantefænomener ikke tale om noget træk, der kalder på betegnelsen liv. Som vi har set, beroede den inden for et stort erfaringsområde udtømmende beskrivelse af atomfænomenerne på den frie brug af de for de elementære begrebers definitions-mæssige anvendelse nødvendige måleinstrumenter. I en levende organisme kan imidlertid en sådan skelnen mellem målemidler og undersøgelsesobjekter næppe fuldtud gennemføres, og vi må være forberedt på, at enhver forsøgsanordning med sigte på en i atomfysisk forstand veldefineret beskrivelse af organismens virkemåde ville være uforenelig med livets udfoldelse.

I den biologiske forskning benyttes henvisninger til de levende organismers helhedstræk og formålstjenlige reaktioner side om side med de stedse mere indgående oplysninger vedrørende organismernes struktur og regulationsprocesser, der ikke mindst har bragt så store fremskridt på lægekunstens område. Det drejer sig her om en praktisk stillingtagen til et emne, hvor de til redegørelsen for dets forskellige sider benyttede udtryksmidler hen-

viser til gensidigt udelukkende iagttagelsesomstændigheder. I forbindelse med de som mekanistisk og finalistisk betegnede indstillinger må det erkendes, at vi ikke har at gøre med modstridende synspunkter, men med et med vor stilling som iagttagere af naturen forbundet komplementaritetsforhold. For at undgå misforståelser er det dog væsentligt at bemærke, at der ved beskrivelsen af det organiske liv og bedømmelsen af dets udviklingsmuligheder — i modsætning til redegørelsen for de af virkningskvantet betingede atomare lovmæssigheder — selvfølgelig ikke kan tages sigte på nogen fuldstændighed, men blot på begrebsrammens tilstrækkelige rummelighed.

Ved redegørelsen for de til livet knyttede psykiske oplevelser møder vi iagttagelsesomstændigheder og dertil svarende udtryksmidler, der fjerner sig endnu mere fra fysikkens sprogbrug. Ganske uanset spørgsmålet om, i hvilket omfang det er nødvendigt og berettiget at bruge udtryk som instinkt og fornuft ved beskrivelsen af dyrs adfærd, er det, når det drejer sig om menneskers tilværelse, uundgåeligt at gøre brug af ordet bevidsthed, ikke blot med henblik på en selv men også på ens medmennesker. Medens den til orienteringen i omverdenen tilpassede sprogbrug har kunnet tage udgangspunkt i simple fysiske billeder og årsagskrav, har redegørelsen for vore sindstilstande lige fra sprogets begyndelse krævet en typisk komplementær beskrivelsesmåde. Brugen af ord som tanker og følelser henviser jo ikke til en fast forbunden årsagskæde, men til oplevelser, der udelukker hverandre, idet de er betinget af forskellige snit imellem det bevidste indhold og den baggrund, som vi løst betegner som os selv.

Særlig lærerigt er forholdet mellem oplevelse af viljesfølelse og bevidst overvejelse af handlingsmotive. Uundværligheden af sådanne tilsyneladende kontrasterende udtryksmidler ved beskrivelsen af bevidsthedslivets rigdom minder os slående om den måde, hvorpå elementære fysiske begreber benyttes i atomfysikken. Ved sådan sammenligning må vi dog ikke alene gøre os klart, at psykiske oplevelser ikke kan gøres til genstand for fysiske målinger, men tillige at selve viljesbegrebet, så langt fra at henvise til en almindeliggørelse af den deterministiske beskrivelse, på forhånd tager sigte på menneskelivets muligheder. Uden at gå nærmere ind på den gamle filosofiske diskussion om

viljens frihed skal jeg blot minde om, at anvendelsen af ordet vilje i den objektive beskrivelse af vor situation ganske svarer til de for menneskelige meddelelser lige uundværlige ord som håb og ansvar.

Vi er her nået frem til problemer, der berører menneskers fællesskab, og hvor udtryksmidlernes mangfoldighed er betinget af umuligheden af ved nogen fast skillelinie at karakterisere individets rolle i samfundet. Med henblik på kontraster, som de under forskellige levevilkår udviklede menneskekulturer kan udvise hvad såvel hævdvundne traditioner som deres udtryksformer angår, kan man i en vis forstand betegne sådanne kulturer som komplementære. Det drejer sig dog her ingenlunde om definitive gensidige udelukkelsesforhold som dem, vi møder ved den objektive beskrivelse af fysikkens og psykologiens almindelige problemer, men om forskelle i indstilling, der kan værdsættes eller mildnes ved udvidet samkvem mellem folkeslagene. I vor tid, hvor forøgelsen af vore kundskaber og muligheder mere end nogensinde sammenknytter folkeslagenes skæbne, har samarbejdet på videnskabens udvikling fået vidtrækkende opgaver, for hvis fremme netop påmindelsen om almene vilkår for menneskelig erkendelse turde rumme nye håb.
