

# Lidt om Niels Bohrs filosofi

Af David Favrholt, Institut for Filosofi, Pædagogik og Religionsstudier, Syddansk Universitet

Niels Bohr var livet igennem optaget af filosofiske problemer – hvad er bevidsthed? Hvad må vi forstå ved fri vilje? Er der grænser for vores erkendelse? etc. Her fortælles der kun om, hvordan hans fysiske teorier tvang ham til at tænke om forholdet mellem beskrivelse og virkelighed på en helt ny måde i forhold til al tidligere filosofi.

## Fundamentalsproget

I de fleste bøger om sprog og filosofi kan man læse, at vores sprog er menneskeskabt og derfor kunne være helt anderledes end det er nu. Men det er en halv sandhed, ville Niels Bohr sige. Vi har mange forskellige brug af sprog; en hel del af det, vi siger i løbet af dagen, er beskrivende, noget er følelsesudtryk, andet er ordrer, og noget er humor. Sådan er sproget mangfoldigt. Men når man redegør for alt det, bliver man nødt til at bruge den éntydige, beskrivende form for sprog – og det er jo så også den, jeg bruger lige her og nu. Den er fundamentet for al anden sprogbrug.

Men den éntydige beskrivende brug af sprog er også mangfoldig. Alle de juridiske regler i et samfund er menneskeskabte og vedtaget af en regering, og begreber som frihed, lighed og demokrati er også menneskeskabte. Og sådanne forhold har fået mange filosoffer til at hævde, at alle begreber er menneskeskabte og er et slags begrebs-net, som man har "kastet" ned over virkeligheden og derved givet denne en bestemt struktur. Og det får igen mange af dem til at tro, at man kan lave hele nettet om, og så vil man måske få en helt anden erkendelse af virkeligheden end den, som vi har nu. Sandt nok, alle begreber er menneskeskabte, men er det også mennesket, der bestemmer, hvordan de skal anvendes i forhold til hinanden?

Nej, ikke dem alle, siger Bohr, for der er en række fundamentale begreber, som, selv om de er menneskeskabte, alligevel skal bruges på en ganske bestemt måde, hvis vi vil beskrive noget. I stenalderen for tusinder af år siden, hvor menneskene for det meste levede af jagt og fiskeri, har de skabt ord og begreber såsom 'tung' og 'let' (og dermed 'vægt'), 'hurtig' og 'langsom', 'varm' og 'kold', 'hvile' og 'bevægelse'. Men når de brugte begreberne for at fortælle hinanden noget, måtte de bruge begreberne på en bestemt måde i forhold til hinanden - og denne måde var ikke menneskeskabt, men noget som naturen, virkeligheden bestemte. Selvfølgelig er begreberne sted, bevægelse, afstand, hastighed og tid menneskeskabte. Men når sætningen "Jo hurtigere man bevæger sig fra et sted til et andet ad en bestemt rute, jo mindre tid tager det" beskriver noget, er det fordi begreberne skal anvendes på en ganske bestemt måde i forhold til hinanden, hvis vi vil beskrive virkelige forhold. Og denne bestemte måde er noget som virkeligheden bestemmer. Hvis en person mener, at jo hurtigere han bevæger sig fra et sted til et andet, des længere tid tager det, så er svaret,

at han ikke beskriver noget, for sådan er virkeligheden ikke indrettet eller beskaffen.

Tilsvarende med vægtforhold. Begreberne 'tung' og 'let' er menneskeskabte, men at fem hønseæg vejer mere end to, (og dermed kommer begrebet 'vægt' i spil) er ikke et menneskeskabt forhold. I stenalderen har man selvfølgelig også iagttaget, at noget kan være årsag til noget andet, f.eks. at et bistik kan medføre smerte, og at det skete ikke kan gøres om – f.eks. når et menneske dør – og det har ført til, at man har dannet begreber om forandring i tid. Men igen: Når disse begreber skulle bruges i samtale og kommunikation, så måtte de jo bruges på en bestemt måde, som det ikke var op til menneskene at bestemme. For nu at udtrykke det hele som en H.C. Andersen ville have gjort, så kunne det lyde: "Mennesket sagde til naturen: Jeg vil beskrive dig. Og jeg har allerede lavet nogle begreber til det formål – ting, egenskab, vægt, tid, forandring osv. Helt i orden svarede naturen, men det er mig, der bestemmer, hvordan de skal bruges i forhold til hinanden, hvis du vil beskrive mig."

Vi kan kalde den del af sproget, hvor det så at sige er virkeligheden, der bestemmer, for *fundamentalsproget*. Det er et større arbejde at finde ud af, hvor mange begreber det omfatter, men da det er fælles for alle de ca. 6000 tungemål, der findes, kan vi hurtigt pejle os frem til en hel del af dem. At de er fælles, skyldes ikke blot, at mennesker verden over har nogenlunde samme sanseapparat, men tillige – og i højere grad – at de har samme handlemuligheder. Det er gennem handlinger, at vi lærer, at én ting er tungere end en anden, selv om synssansen måske fortæller os det modsatte – f.eks. at en stor træklods på et kilo ser tungere ud end en mindre klump bly på to kilogram. Og det er gennem vore handlinger at vi lærer, at noget er muligt og andet umuligt.

## Forholdet mellem præcisering og strukturering

Tag et begreb som "tid". Det er en fundamental erfaring, at "tiden går" – som man siger. At der er noget, vi kan kalde nu, før og efter, og at det skete – f. eks. et dødsfald – ikke kan gøres om. Når vi skal etablere en fysisk beskrivelse, så må vi ifølge Bohr finde ud af, hvordan vi skal anvende begrebet tid i forhold til bevægelse, forandring, hastighed, acceleration m.m. Det er en helt andet forsknings- og tankeproces end den, vi udfører, når vi af praktiske grunde indfører tidsangivelser. F.eks. når vi opdeler tiden i år, måneder, uger, dage, timer

og sekunder. Men nu er der desværre mange filosoffer, der ikke forstår, at alle disse tids-inddelinger bygger på den nævnte fundamentale erfaring. De føler, at tids-inddelingerne i sproget går forud for fysikernes elementære, snævre brug af begrebet tid, og så mener de, at tid – ligesom begreber som frihed og lighed – er en social konstruktion, og at fysik derfor også er det – og at Bohr i sin filosofi bruger begrebet tid for snævert. En filosofisk fejlslutning af dimensioner.

### Fysikkens sprog

Niels Bohr skrev gentagne gange, at den klassiske fysik i sit udgangspunkt var baseret på den daglige éntydige sprogbrug. I fysikken præciseres det hvordan man er nødt til at tale om vægt, temperatur, hastighed, tid, acceleration etc. for at kunne beskrive noget. Så de grundlæggende fysiske begreber er med Bohrs ord præciseringer og forfinelser af dagligsproglige begreber. En af forudsætningerne for, at dette kan lade sig gøre, er, at vi kan skelne mellem ting og deres egenskaber på den ene side og vores oplevelser af dem på den anden. Dette gør vi ved at undersøge, hvad der kan måles vejes og tælles – alt, der kan beskrives kvantitativt. Vi sætter vore subjektive oplevelser af tingene i parentes. Og således kunne man gennem eksperimenter fra Galileis udregning af faldloven og fremefter udvikle det, vi nu kalder den klassiske fysik, hvis hovedområder er den klassiske mekanik, elektrodynamikken og termodynamikken (varmelæren).

### Betingelser for iagttagelse og beskrivelse

I klassisk fysik har vi at gøre med forhold, der kan beskrives deterministisk - dvs. som årsag-virkningsforhold. Endvidere kan man beskrive processer som kontinuerte. Hvis f.eks. en kugle bevæger sig fra et punkt til et andet, må den på vejen gennemløbe alle mindst-tænelige intervaller. Og det betyder så også, at man i klassisk mekanik kan lave visuelle modeller af, hvad der foregår.

### Bruddet med den klassiske fysik

I den klassiske mekanik kan man foretage iagttagelser, hvor selve iagttagelsesmidlerne ikke forstyrrer det, som man iagttager. Man kan f.eks. filme en billard-kugles bevægelse. Den skal ganske vist belyses, for at man kan se den, men selv om lys er en form for energi, er der i denne sammenhæng tale om en uendelig svag energi i forhold til kuglens masse og hastighed.

Men år 1900 opdagede man, at lys i visse sammenhænge er atomiseret, dvs. forekommer i visse mindstemængder, kvanter, som ikke kan underdeles yderligere. Den absolutte mindstemængde blev angivet ved Plancks konstant,  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J·s. I forhold til elementarpartikler som protoner og elektroner er det en stor værdi, forstået på den måde, at den energi, man i et eksperiment skal anvende ved iagttagelsen af f.eks. en elektron i bevægelse, er så stor i forhold til elektronens masse og hastighed, at man ved iagttagelsen – hvis man skal tale klassisk-fysisk – forstyrrer

elektronens bevægelse på en principielt uberegnelig måde. Det kom til udtryk i 1927 i Heisenbergs såkaldte ubestemthedsrelationer, der populært sagt går ud på, at man ikke til et og samme tidspunkt kan måle en elektrons sted (position) og dens impuls (impuls = masse gange hastighed). En nøjagtig måling af positionen medfører en ubestemthed i impuls-værdien – og vice versa. Hermed kunne man konkludere, at iagttagelsesvilkårene er anderledes i kvantemekanikken end i den klassiske mekanik.

Nu havde Bohr allerede med præsentationen af sin atomteori i 1913 påvist, at man i kvantefysikken var nødt til at opgive den determinisme og den kontinuitet – og dermed også den anskuelighed – som man kunne anvende på meningsfuld måde i den klassiske mekanik og i stedet indføre sandsynlighedslove som fundamentale love i kvantefysikken. Hermed blev tæppet trukket væk under flere århundreders filosofi angående det fysiske verdensbillede.

### Den Bohr'ske tydning af kvantemekanikken

Heisenberg forstod ikke selv, hvordan hans ubestemthedsrelationer skulle tydes. Han mente, at en elektron i sig selv har både sted og impuls til et givet tidspunkt, men at målingen af det ene forstyrrer det andet. Men her indvendte Bohr, at vore begrebers anvendelse er bestemt af iagttagelsesbetingelserne, og at vi aldrig kan sige noget om, hvordan elektronen er i sig selv – for det ville jo kræve en beskrivelse, hvor iagttagelsesbetingelserne ikke spillede ind. Vi kan så at sige ikke se "bagom" vore eksperimenter, som jo i bund og grund er spørgsmål til naturen – og hvor det så er naturen, der svarer.

Bohrs synspunkt blev helt klart, da eksperimenter i 1920'erne viste, at elementarpartikler, f.eks. elektroner, og også lys, altså fotoner, i nogle forsøgsopstillinger opfører sig som partikler og i andre som bølger. Her var begge typer af eksperimenter nødvendige for den tekniske udnyttelse af opdagelserne på det atomare niveau og også for udformningen af hele den matematiske beskrivelse. Det kan illustreres ved den kendte ligning, der siger, at bølgelængden af en atomar partikel er lig med Plancks konstant divideret med partiklens masse ganget med dens hastighed. Tilsyneladende er det jo logisk umuligt, at noget i sig selv skulle være opbygget af punktpartikler med velafgrænset masse og også være en bølge. Men Bohr fastslog, at alle de data, som kvantemekanikken bygger på, er resultatet af forsøgsudfald, hvor der er en principielt ukontrollerbar vekselvirkning mellem forsøgsapparatet og det atomare objekt.

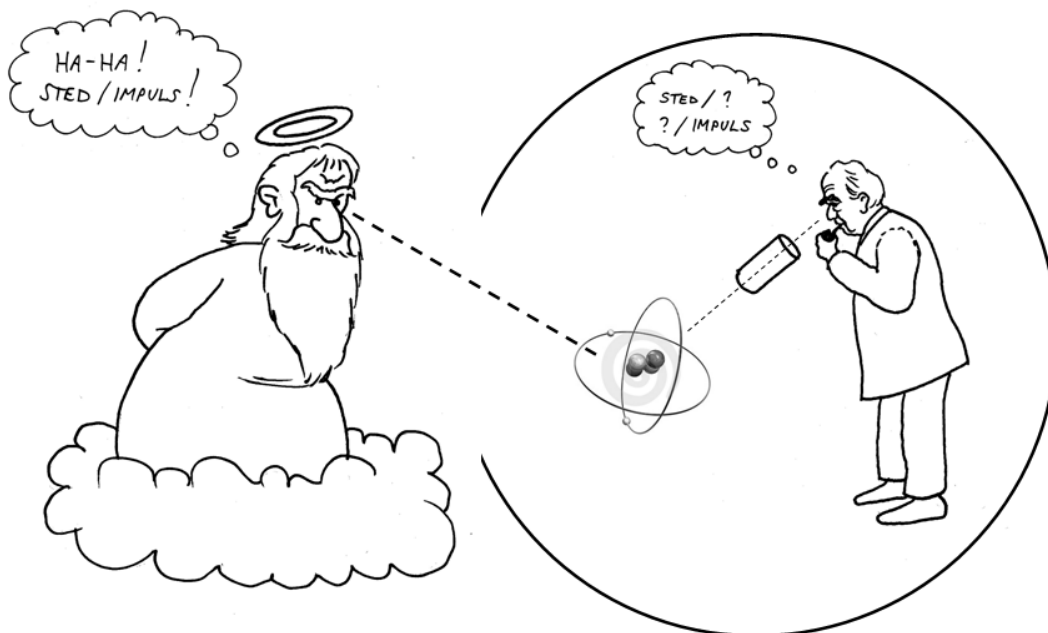
### Komplementaritet

Niels Bohr fremhævede, at eftersom energi i visse sammenhænge er atomiseret, dvs. forekommer i visse mindstemængder, kvanter, som ikke kan underdeles yderligere, så er iagttagelsessituationen på det atomare niveau anderledes end på vort daglige, makroskopiske niveau. Det er derfor, vi må acceptere, at forsøg, hvor

elementarpartikler opfører sig som "klassiske" partikler og forsøg, hvor de opfører sig med "bølgekarakter", gensidigt udelukker hinanden. Men der er ikke en modsigelse imellem disse to typer forsøg i traditionel forstand, for de supplerer hinanden, når vi skal lave den komplette beskrivelse af de atomare forhold. Derfor kaldte han dem for "komplementære" i forhold

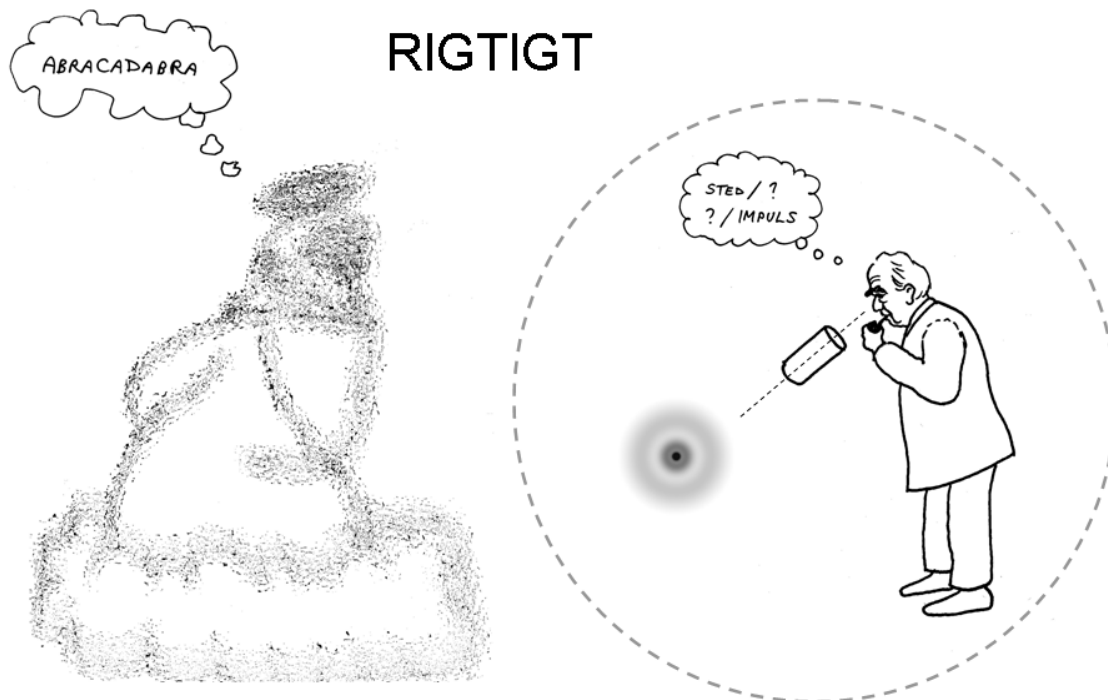
til hinanden. Og komplementære forhold kender vi jo fra vort daglige liv, hvor vi oplever komplementaritet mellem fornuft og instinkt i vore handlinger, mellem umiddelbar oplevelse af musik og analyse af musik og i hele vort sociale liv mellem beskrivelse og forståelse. Her er der gensidige udelukkelsesforhold, der supplerer hinanden i vores erkendelse.

## FORKERT



Almindelig opfattelse: Hvis man kunne se universet udefra, såeh ...

## RIGTIGT



Bohr: Det er meningsløst at tale om "at se universet udefra".

**Figur 1.** Øverst: Den almindelige opfattelse, hvor en iagttager udenfor Universet kan se bag om de størrelser vi forsøger at måle. Nederst: Ifølge Bohr er det meningsløst at tale om "at se Universet udefra". Tegning af Kaj Ove Roland efter skitse af David Favrholt.

Jeg hørte engang Niels Bohr fortælle følgende historie: Lad os sige, at man opdager et nyt hidtil ukendt indianerfolk ved Amazonfloden. Nationalmuseet sender en etnograf derud for at undersøge det folk. Med sig har han skrivesager m.m., og han har en kontakt længere nede ad floden, igennem hvilken han kan sende rapporter hjem til København. Han bliver vel modtaget af indianerne og han sender lange beskrivelser hjem om deres påklædning, jagt, spisevaner, regndanse, soldanse m.m. Men han forstår til at begynde med ikke, hvordan de selv oplever deres ritualer. Det irriterer ham, så han går så i gang med selv at deltage i deres danse og andre ritualer. Men her kan han mærke, at han stadig er i gang med at iagttage og beskrive, og at det blokerer for en dybere forståelse af, hvordan det må være at være en af dem. Så tager han den store beslutning. Han smider alle sine skrivesager m.m. i floden, og nu lever han hver dag ligesom indianerne. Men han er stadig hæmmet af, at han husker sit danske sprog. Men så, endelig, efter 20 år har han helt glemt, hvor han kom fra, glemt det danske sprog, taler som de indfødte, og nu ved han, hvordan det er at være en amazon-indianer af denne særlige slags - men nu kan han jo ikke skrive hjem om det, sagde Bohr - og så må Nationalmuseet jo sende en ny etnograf ud, konkluderede han. Så her har vi altså en komplementaritet mellem beskrivelse og forståelse.

### Universet set udefra?

Mange filosoffer og fysikere har kritiseret Bohrs opfattelse af tingene ud fra et særligt argument, som vi på dansk kan kalde for "Guds synsvinkel". Det blev fremført allerede i begyndelsen af 1800-tallet af den franske matematiker Laplace. Han skrev, at hvis der var en "verdensånd" en slags genial matematiker, der var uden for Universet, men som kunne iagttage alle partikler i Universet på én gang og kende deres sted og impuls, så ville han kunne beregne, hvordan Universet ville se ud om tusind år, ja om millioner af år frem i tiden. Og den tanke blev taget op igen i kritikken af Bohr. Hvis der f. eks. er en sådan "verdensånd", så vil han jo kunne kende en elektrons sted og impuls til et bestemt tidspunkt – selv om vi altså ikke kan. Og det betyder jo, at vi kun kan opnå en begrænset viden om Universet.

Men hertil svarer Bohr, at dette er et umuligt tankeeksperiment. Hvis en sådan verdensånd er *uden for* Universet, så er han jo ikke i forbindelse med Universet, og så kan han ikke iagttage noget. Hvis han er i Universet, så er han underlagt de samme iagttagelsesbetingelser, som vi er. Og selv om vi antager, at han på en eller anden måde kan iagttage alt selv om han er udenfor, så vil hans beskrivelse af det hele være noget, som ikke ville kunne oversættes til noget menneskeligt sprog, og som vi derfor aldrig ville kunne forstå. Han ville jo slet ikke kunne bruge "iagttage" i samme betydning, som vi gør. Vi er så at sige spærret inde i Universet, sagde Bohr. Vi hænger i sproget, sagde han.

Jamen hvad er så det endelige, som vi kan sige om forholdet mellem sprog og virkelighed? Ja, hvis vi forestiller os, at vi engang når til vejs ende, så at vi

har beskrevet alt, hvad der er at beskrive, så vil svaret jo være, at vi ved "virkelighed" forstår alt det, som vi har indfanget i vores beskrivelse. Og så hedder det: Selvfølgelig findes der en virkelighed uafhængigt af vores beskrivelse. Og på spørgsmålet "Jamen hvordan er den beskaffen?" lyder svaret, at det er jo netop, hvad vi fortæller med vores beskrivelse af det hele. Men dette betyder jo, at man ikke længere kan forbinde nogen mening med at tale om det dennesidige og det hinsidige, som filosoffer har gjort det siden Platons tid. Og heller ikke forbinde nogen mening med "Verden i sig selv", som Kant forsøgte det. Som Bohr plejede at sige det: "Efter opdagelsen af Plancks konstant står vi i en helt ny erkendelsesteoretisk situation. Det gælder ikke om at skue virkelighedens væsen, for det har ikke mening. Alt, hvad vi kan ønske os, er at finde ud af, hvordan vi kan beskrive virkeligheden."

### Litteratur

- [1] David Favrholt, *Filosoffen Niels Bohr*, Informations Forlag 2009.



David Favrholt, filosof, professor emeritus ved Syddansk Universitet. Medlem af Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab. Har skrevet talrige artikler og bøger om filosofi, hvoraf flere er kritiske overfor filosofien. Indenfor videnskabsfilosofien har han især beskæftiget sig med Niels Bohr.

**PFEIFFER**  **VACUUM**

**Vi ønsker alle vore trofaste kunder en rigtig god sommer**

**Måske ses vi på DFS-Årsmøde, måske først efter ferien.**

**"One-Stop-Shop'en" er åben hele sommeren, så du behøver ikke mangle vacuumkomponenter**

Tlf. 4352 3800 Fax 4352 3850  
efa@pfeiffer-vacuum.dk