

Bohr-Einstein-disputten

Om kvantemekanikkens fortolkning, komplementaritet og selvreference.

"Jeg mener jeg med sikkerhed kan sige, at der er ikke nogen der forstår kvantemekanik... Lad være med at blive ved med at sige til dig selv 'Jamen hvordan kan det lade sig gøre?' for du bliver trukket ind i en blindgyde hvorfra ingen endnu er undsluppet. Ingen ved hvordan det kan lade sig gøre".ⁱ

Richard Feynman

Richard Feynman er en af de mest indflydelsesrige fysikere i det sene 20. århundrede og modtager af nobelprisen for sine bidrag til kvanteelektrodynamikken. Hvordan kunne det forekomme når han efter eget udsagn ikke forstod kvantemekanik? Han forstod at regne på formalismen, men han forstod ikke at de resultater som fulgte af regningerne var mulige. Men det var de! Det har i vort århundrede resulteret i en succesfuld voldsom aktivitet med det man ikke forstår er muligt, kvantecomputere, kvantekryptering, kvante-osv. under devisen "hold kæft og regn"ⁱⁱ - en decideret antividenskabelig holdning.

Tydeligere kan udfordringen ikke træde frem: Det grundlag hvorpå vi tænker, kan ikke rumme en tilfredsstillende sammenfatning af vores oplevelser i verden.

Når noget som ikke burde være muligt faktisk forekommer, er et af Kuhnsⁱⁱⁱ kriterier der kan udløse et nyt grundlæggende paradigme, opfyldt.

Denne tekst konkluderer at fundamentale problemer kun kan løses sammen med et tilsvarende fundamentalt paradigmeskifte. Det sker via et fokus på *bevidsthedens vilkår som iagttager af den verden hvorfra den selv er en del* (et Bohr-diktum).

'Bevidstheden' og fænomenet 'selvreference' spiller således afgørende roller i denne proces.

Hvad er bevidstheden?

"Bevidsthed er nok det mest undersøgte emne i psykologien, men til trods herfor det vanskeligst forståelige."

lex.dk

Bevidstheden er i sig selv den totale selvreference. Når vi spørger "Hvad er bevidstheden?" så er det bevidstheden der spørger til sig selv. Den står altså uden nogen som helst reference til noget som helst andet end sig selv, så den kan forme sig frit.

Men selvreferencen er værre endnu.

Ingen ville formentlig gøre indsigelse mod denne min anvendelse af begrebet 'bevidsthed' ovenfor. Men i selve spørgsmålet opererer vi med begrebet 'bevidsthed', så uden at kende svaret kan vi ikke vide hvad der spørger. Svaret må kendes før spørgsmålet kan stilles. Hvad er det så for en slags spørgsmål? Og hvilken status kan et eventuelt svar gives?

Her ser vi en principiel grænse i form af en ultimativ selvreference, og det er her jeg mener vi må kaste håndklædet i ringen og operere med afgørende principielt uforklarlige fænomener, som jeg kalder mirakler (uden religiøse konnotationer).

Som den selvreference 'bevidsthed' er, må vi altså, uden at vide hvad det egentligt er, acceptere *miraklet*, at bevidstheden er.

Vi oplever at leve i verden. Denne oplevelse adresserer vi til bevidstheden, så livet opleves i bevidstheden som er et mirakel. Det er derfor nærliggende at kalde livet en illusion. Fint for mig, men den er lige så virkelig som vores liv - og omvendt (for det er det samme).

Det er åbenbart universelle forestillinger som kan opstå når som helst man tænker dybt over bevidstheden og livet, se f.eks. følgende redegørelse for ældgammel vedisk filosofi (ca. 5000 år) ved en nulevende filosof og professor inden for Hare Krishna-filosofien, Jahnu Dasa:

"I den moderne naturvidenskab har man kun stof som undersøgelsesobjekt. Man observerer og studerer materien i dens utallige vekselvirkninger. I den åndelige videnskab har man sin egen bevidsthed som forsøgsobjekt, og man undersøger materiens indflydelse på bevidstheden og sindet.

Den materielle videnskab rækker ikke til at forstå den virkelighed, vi lever i. Og hvorfor gør den ikke det? Fordi naturvidenskaben intet fornuftigt har at sige om vores bevidste oplevelse af verden. Den taler kun om materiens vekselvirkninger, men siger intet om vores oplevelse af disse. Og det er vores oplevelse af verden, som er det mest grundlæggende ved den virkelighed, vi befinder os i."^{iv}

Det kan ikke siges bedre. Den virkelighed vi oplever og derfor befinder os i, er den indre virkelighed der opstår i bevidstheden som følge af "materiens indflydelse på bevidstheden og sindet"

I vores filosofi om verden har en selvstændig bevidsthed behandlet problemerne som værende i verden. Jeg finder problemerne i bevidstheden og i dens *forhold* til verden.

Hvad er verden? - og hvad er virkeligheden?

Verden er, vi er, og vi er en uadskillelig del af verden. Men lige så snart vi siger mere om hvordan vi mener verden er, så er det nødvendigvis vores tolkning af vores oplevelser i verden. *Den tolkning er vores virkelighed, og den er vi således selv ansvarlige for.*

Vores virkelighed opstår uundgåeligt i spændingsfeltet mellem verden og bevidstheden i og med vi formulerer vores virkelighed.

Det er i den virkelighed vi lever vores liv. jf. Jahnu Dasa.

Den virkelighed varer imidlertid kun ved indtil vi får nye erfaringer som ikke kan tolkes ind i den aktuelle virkelighed. Så må vi tilpasse vores virkelighed så godt det lader sig gøre.

Kan det slet ikke lade sig gøre, vil kulturen gennemgå et fundamentalt paradigmeskifte - og dem har der været nogle stykker af i historisk tid. Når transitionen er overstået, så er virkeligheden totalt forandret, men verden er naturligvis stadig den samme.

Det er den helt kategoriske forskel på verden og virkeligheden. Og den kan ikke overvindes.

Dette udtrykkes fint af Kants '*an sich* og *für uns*' om verden.

I vores forsøg på at forstå verden kan vi ikke komme længere end til virkeligheden. Ethvert forsøg på at komme videre mod en forståelse af verden som sådan er en ny tolkning og skaber bare en ny virkelighed.

Det er et fundamentalt og generelt vilkår til enhver tid, men spiller for mig at se ikke den udfordrende rolle i aktuel filosofi som det burde.

Kvantemekanikken

Udfordringen med formuleringen af virkeligheden er yderligere skærpet af fysikken efter år 1900 hvor Planck opdagede lysets kvantificering. Lys var indtil da blevet betragtet som et bølgefænomen. Plancks opdagelse gav lys partikelegenskaber. Det fremstod endnu klarere da Einstein i 1905 forklarede den fotoelektriske effekt på basis af Plancks opdagelse.

Derefter var der totalt opbrud i de fysiske forestillinger om naturen. Mange enkeltstående sammenhænge blev opdaget, men der manglede en samlende beskrivelse af iagttagelserne som også kunne rumme dikotomien at lys og elementarpartikler optræder både som bølger og partikler.

Et stort skridt mod en samlende beskrivelse foretog den unge Heisenberg i 1925 i form af et originalt matematisk arbejde baseret på en partikelopfattelse. Men i 1926 havde Bohrs institut besøg af Schrödinger som havde taget et tilsvarende skridt i form af en bølgebeskrivelse. Det skærpede dikotomien, bølge/partikel, og førte til nogle meget intense diskussioner mellem Bohr og Heisenberg i slutningen af 1926. Sidstnævnte mente man kunne nøjes med hans partikelbaserede beskrivelse. Deri var Bohr slet ikke enig. Under disse diskussioner skulle Bohr have sagt "*Selv ikke den matematiske formalisme hjælper. Jeg må først forstå hvordan naturen undgår modsætninger*"^{iv}. Det var i denne udfordring Bohr først i 1927 indså nødvendigheden af sit komplementaritetsprincip. En elektron og en foton m.m. kan give sig tilkende både som en bølge og som en partikel, blot ikke samtidigt. En opstilling som lader en elektron fremstå som en bølge kan vises at udelukke at den også fremstår som en partikel og vice versa hvorved en åbenlys logisk modsætning undgås.

Og alligevel er det en uforståelig radikalt ny virkelighed. Vi kan omgås den ved at tillegne os Bohrs filosofi hvor komplementaritet og selvreference er centrale begreber^{vi}. Komplementariteten er lige forklaret og Feynmans dilemma forklares ved selvreferencen således:

Feynman bygger i det indledende citat på en analyse af dobbeltspalteeksperimentetⁱ. Han kan ikke forstå iagttagelserne i den forbindelse. Han mener der må være en underliggende virkelighed som bestemmer udfaldene, og en sådan er ham uforståelig.

Men han afgør selv i sin forsøgsopstilling hvor elektronen/fotonen skal give sig til kende som en bølge eller en partikel^{vii}. Det iagttagede rummer en uundgåelig selvreference, og vi må nøjes med at tolke iagttagelserne som virkeligheden.

Hvis det ovenstående godtages, så har vi taget stilling i den legendariske disput mellem Bohr og Einstein.

Kontroversen

Einsteins og mange fysikers bestræbelse er den principielt umulige at opnå forståelse af **en objektivt eksisterende verden uafhængig af vores observation af den**.

Her ser jeg den fundamentale forskel på Bohrs og Einsteins intuitive opfattelser af bevidsthedens vilkår. Einstein kaldte det selv sit videnskabelige instinkt ikke at opgive tanken om en verden uafhængig af vores observation af den, altså 'verden i sig selv'. Den må i så fald betragtes udefra, dvs. fra en forestillet iagttagelsesposition, som er totalt separeret fra verden. Det er en isoleret position som udelukker kommunikation med verden. Den kan kun producere forestillinger. Som metode til viden om verden er det en *contradictio in adjecto*.

Bohrs iagttagerposition var den modsatte. Igen og igen gjorde han opmærksom på vores særlige vilkår når vi iagttager den verden, *hvoraf vi selv er en del*. Desværre nævner han intetsteds begrebet *selvreference* eksplicit. Men implicit kan det ikke gøres tydeligere end med det netop anførte diktum. Det blev bakket op af varianten: "Vi må huske at *vi er både aktører og tilskuere i livets skuespil*." (=illusion?)

Einstein vil se verden udefra, mens Bohr ser indefra og respekterer de vilkår der følger med. Denne absolutte forskel er underliggende for den legendariske uenighed som opstod ved Solvaykonferencen i 1927 mellem de to.

Begge hovedpersoner var ledet/lod sig lede af intuitioner - i grunden irrationelle hvorfor enighed ikke var opnåelig trods den meget store gensidige respekt.

Bohrs tidligere nævnte filosofi indebærer at han er tilfreds med tolkningen af oplevelsen, *virkeligheden*, og afviser at tale om *verden*.

Klaus Mølmer udtrykker det således i Kvant^{viii}: "Bohr fandt det, efter eget udsagn, hverken nyttigt eller nødvendigt at tale om det der "virkeligt" sker i den mikroskopiske verden...så længe han kunne redegøre for de målte resultater". Bohr stiller sig tilfreds med virkeligheden og nægter at forholde sig til verden - for det er ikke muligt.

Konklusionen

Så kom jeg frem til en konklusion som overrasker mig selv: Opfordringen 'Hold kæft og regn!' er god nok - ikke med afstandtagende sarkasme, men seriøst. Og så må den omformuleres:

'Vi må for nuværende acceptere en virkelighed som omfatter kvantemekanikkens resultater', og det er en helt anden virkelighed end den Feynman mener at befinde sig i. - og det er med Bohrs samtykke:

"Det er forkert at tro, at det er fysikkens opgave at finde ud af hvordan naturen er. Fysik handler om hvad vi kan sige om naturen."^{ix}

-
- i Feynman: *The Character of Physical Law* (p.129)
 - ii [Mermin *Physics Today* april 1989](#) "What's Wrong with this Pillow?"
 - iii Thomas Kuhn (1962): *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, p.129
 - iv Vedisk filosofi, Luk svaret fra Jahnu Dasa op ...(mere) [Kilden](#)
 - v Abraham Pais: *Niels Bohr og hans tid*. Spektrum, 1994, side 322
 - vi C. Münchow: Arven efter Niels Bohr – det vigtigste mangler
 - vii Kvant...C. Münchow ...
 - viii Kvant Juni, 2021
 - ix Abraham Pais: *Niels Bohr og hans tid*. Spektrum, 1994, side 450