

DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT

KOMPLEMENTARITET OG INFORMATION I BIOLOGIEN

Claus Emmeche

Bohr filosoferede. For vildt, ville nogen synes. Som det fremgår af Peter Øhrstrøms artikel i Slagmark 5 prøvede Bohr at anvende sine indsigter fra fysikken og sit komplementaritetsprincip på områder, hvor det ikke umiddelbart hørte hjemme, på fænomener som bevidsthed og liv i biologisk forstand. Liv og bevidsthed er sære størrelser, når vi begynder at tale om dem. Sære problemer dukker op, og måske indser vi, at livet er en sær sløjfe, dvs. et system, som afgørende er karakteriseret ved at henvise til sig selv, ved selv-reference (1). Hvordan det? Øhrstrøms artikel råber på spørgsmålet: Har komplementaritetsbetragtninger nogen værdi for en erkendelsesteori for biologien idag?

Øhrstrøm antyder, at Bohr bevægede sig fra en opfattelse af liv og bevidsthed som fænomener, som principielt er uforklarlige ud fra en kemisk/mekanisk beskrivelse, og hvor derfor komplementære betragtninger må træde til (i biologien: det subjektive begreb om formålstjenlighed i organismens funktioner; livet som elementær kendsgerning analogt til virkningskvantet), til en opfattelse, hvor han "under indtryk af såvel den biologiske forskning som udviklingen indenfor computer-teknologien, måtte ... anerkende, at en større del af organismens funktioner, end han havde forestillet sig i 1932, kunne forklares og beskrives v.h.a. fysiske, kemiske/mekaniske begreber", men hvor disse fænomener samtidig kræver et nyt begrebsapparat, som rækker ud over det mekaniske, og hvor komplementariteten stadigvæk "accepteres som et ufravigeligt element" (2). Vi kan derfor spørge: 1. Skiftede Bohr egentlig standpunkt? Indebærer den molekylærbiologiske forskning fra 60'erne og frem en fysisk/kemisk forklaring af livet (og dermed opløsningen af det som fundamental uforklarlig kendsgerning, så Bohr i 32 "tog fejl")? 2. Hvad er molekylærbiologisk/genetisk information? 3. Er der komplementaritet mellem sprog og stof, logos og fysis, "mind and matter" i organismen? 4. Hvad er så biologi?

1. Når Bohr anvender komplementaritetsbetragtninger udenfor kvantemekanikken, sker det enten for at påpege, at man står overfor lignende erkendelsesteoretiske vanskeligheder som dybest set bunder i sprogets indretning, subjekt/objekt-forholdet eller lignende, eller det sker ved analogier,

DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT

 DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT

som implicerer, at vi "i virkeligheden" har med de samme fænomener at skaffe, som viser sig i kvantemekanikken, fx. partikel-bølge dualiteten. Det sidste er problematisk hvis det medfører, at vi foreskriver virkeligheden en bestemt struktur uafhængig af vores beskrivelse (en komplementær struktur om man vil), hvorved netop den erkendelsesteoretiske afmagtspointe går tabt: at vi i hele vores tænkning og kommunikation er underlagt nogle dybe forudsætninger, der angår relationen mellem sprog og virkelighed, og som sætter visse grænser for gyldigheden af vores beskrivelser af virkeligheden, hvor vi abstraherer fra os selv som iagttagere (3). Livet som fundamental biologisk kendsgerning var en analogi til virkningskvantets eksistens, som man netop måtte antage, bruge i teorien, men ikke selv kunne forklares: livet er der, men kan ikke indføres i en klassisk mekanisk begrebsramme; prøver man det (med dissektionssættet som iagttagelsesmiddel, thi det var Bohrs pointe!), ja så er det forduftet. Livets princip syntes udeleligt, biologisk orden et irrationelt element ud fra en klassisk naturvidenskabelig beskrivelse. Derfor måtte en komplementær beskrivelse til, som tillod formålstenligheden en plads.

Analogien er måske "slående" (4), men for grov. Udviklingen af genetik og molekylærbiologi efter 2. Verdenskrig dementerede, at iagttagelsesvanskeligheden i forhold til levende væsener var så principiel, skellet mellem levende og død natur så firkantet, og analogien så stærk. Her tog Bohr fejl (som de fleste andre). Liv kan nu helt rationelt tænkes opstået af ikke-liv, og rene fysiske systemer kan være ret "levende". Prigogines arbejde på teorier om dissipative strukturer peger netop i retning af en mulig indlemmelse af biologisk orden i en generel termodynamisk teori, uden hermed at reducere biologi til fysik. (Prigogine benytter i øvrigt komplementariteten på ny til at klargøre forholdet mellem dynamiske og termodynamiske beskrivelser i dette projekt (5)). Men dermed har molekylærbiologien ikke løst de fundamentale problemer, der knytter sig til beskrivelsen af levende komplekse systemer, eller udraderet komplementaritetsprincippet relevans i denne sammenhæng. Snarere dukker de samme erkendelsesteoretiske vanskeligheder op i hjertet af den moderne biologi: i analysen af generne, den genetiske information, som kræver fornyet refleksion.

2. Watson og Crick fremlagde i 1953 deres strukturanalyse af DNA-molekylet, det stof, som måtte være bæreren af de arvelige informationer om organismens egenskaber. I starten af 60'erne blev den genetiske kode "løst". Man fandt ud af hvilke af de 4 mulige baser i DNA, som kodede for hver af de 20 aminosyrer i organismens proteiner. Den moderne evolu-

 DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT

DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT

tionsteori, som byggede på foreningen af Darwin og Mendel, syntes nu endelig at kunne underbygges med en rent bioke-misk beskrivelse af arveligheden. Sammenhængen mellem orga-nismens fremtrædelsesform (fænotypen) og det "væsen", gene-tikken var bygget op på at blotlægge (genotypen), var in-denfor rækkevidde. Man kunne principielt, stykke for stykke, beskrive organismens samlede genetiske instruks på DNA-strengene for dannelsen af de nødvendige proteiner i stof-skiftet, og dermed i sidste instans også selve fænotypens form. Men ak!, denne "sidste instans", formen og dens dan-nelse, er vedblivende meget langt fra forstået, og der er i-dag blandt embryologer og udviklingsbiologer en blanding af skuffede forventninger, nye håb om at molekylærbiologien også kan løse formens problem, og blandt flere en afstandta-gen fra selve projektet i dets nuværende udformning. Den genetiske kode er løst, men ikke den "epigenetiske kode" for reguleringen af den i matematisk forstand katastrofiske (Thom) struktur og ordensskabende proces under ontogenesen. Og hvad værre er for evolutionsteorien: der er uenighed om hvorvidt arterne foretager spring mellem lange perioder af tilsyneladende stabilitet, eller om udviklingen foregår i gra-duel sindighed. (6)

I den situation er der grund til at spekulere over i hvor stor udstrækning de gamle biologiske antinomier (7) mellem form og funktion, epigenese og performation, organis-me og miljø, teleologi og kausalitet, ja mellem ånd og lege-me, endnu består og hvordan de fremtræder idag. Her er in-formationstragtingerne i biologien helt centrale. Bohr hav-de selv via Delbrück og Schrödinger indirekte betydning for den informationelle tilgang til molekylærbiologien under aner-kendelsen af begrænsningerne i de rent strukturelle undersø-gelser. (8) Dette havde som nævnt enorm effekt: de nye må-der at forstå arveligheden på virkede! Mulighedsbetingelser-ne for det blev bare aldrig undersøgt. Men de virkede også kun til at løse visse problemer, som ikke overskred usynli-ge tærskler i kompleksitet. Hvad er biologisk kompleksitet? Høj grad af orden! Hvad er orden? Orden kræver information! Og hvad er så det? Der findes en matematisk teori om infor-mation, men den handler kun om kvantificerbare informati-onsmængder. Der er her tale om information i snæver teknisk forstand, som en begrænsning pålagt et sæt veldefinerede mul-igheder, og som kan måles objektivt. Fx som antal bit i en DNA-streng. Men det spændende i molekylærbiologien er den anden betydning af information: informationens indhold og mening - begreber som er langt mere diffuse, og de beskyl-des da også tit for at være for antropomorfe, når der skal laves god biologisk science. (9) Men det er jo netop

DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT

karakteristisk, at informationen i generne skal aflæses og fortolkes i og af organismens indre kontekst, før der er tale om information som "en forskel, der gør en forskel" (Bateson). Det har været så fascinerende at sekventere, splejse, klippe og klistre i de tre enkelte gener, at deres betydning som tegn, som indre henvisningsrelationer i organismen mellem mange dele af cellen, generne selv og det ydre miljø, har været undervurderet teoretisk. Der er i en vis forstand tale om semiotiske fænomener. Folk i periferien af det herskende paradigme, som Waddington, Goodwin, Longuet-Higgins, Pattee og herhjemme Hoffmeyer, har da også anbefalet en sprogvidenskabelig inspireret indfaldsvinkel til biologien.

Vi kan formulere det molekylærbiologiske informationsparadoks således: når DNA-molekylernes information tages i snæver forstand, som objektivi kvantificerbar information, fejler begrebet m.h.t. at slå bro mellem information og form, genotype og fænotype, struktur og funktion; mens når information (som oftest) bruges i meningsbetydningen er der blot tale om mere eller mindre upræcise metaforer, som ikke skal forbydes som antropomorfismer, men som heller ikke pr. automatik bringer nogen forklaringer på den specifikke dannelselse af velordnede strukturer og højere organisationsniveauer under ontogenesen. Man kunne mene som Fedanzo (der drøfter informationsproblemet generelt), at løsningen var "to develop a theory of information which explains and describes the two phenomenal realms denoted by the strict and the imprecise senses of information. We know that they interact, what we want to know is just how they interact." (10) Howard H. Pattee er gået en lidt anden vej. Han har læst Bohr.

3. Pattee argumenterer for, at komplementaritet er en fundamental betingelse i forklaringsmodeller for biologiske (og sociale) systemer. (11) Princippet er ikke begrænset til fortolkningen af elektronens bølge-partikel dualitet, for det begrundes sig ikke i ontologiske forhold (elektronens "natur"), men er af basal epistemologisk betydning. Kun i makrofysiske systemer, som beskrives i klassisk fysik, kan iagttagere-rolle forties, og vi kan få pæne forudsigelser. Komplekse systemer derimod, der er karakteriseret ved funktionel helhed og sammenhæng mellem indre relationer (ex: maskiner, planer, sociale strukturer, kvantefysikere i laboratoriet), kræver to, formelt uforenelige, beskrivelsesmåder, som er indbyrdes irreducibile, men som ikke skal ses som modsætninger: Den dynamiske, kontinuerte, hastighedsafhængige (tidslige) beskrivelse, og den "lingvistiske", eller diskrete, hastighedsuafhængige beskrivelse. (12) Disse er komplementære.

DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT

Det bunder i det forhold, Pattee fremhæver som et fundamentalt træk ved liv ("a fact of such a universality that it may be used to define life") - nemlig at **levende systemer indeholder deres egen beskrivelse**. (13) Det gælder ikke bare på det molekylarbiologiske niveau, hvor DNA-molekylet kan kaldes en beskrivelse af cellen, men også højere niveauer: cellesamfund, flercellede organismer, nervesystemer etc. Skærpet gælder, at et komplekst system må kunne læse og skrive sine egne budskaber. "Beskrivelse" tages nemlig bogstaveligt som en **skreven repræsentation** snarere end et billede/model som er en fysisk analog eller lighed til systemet. Det implikerer eksistensen af et symbolsystem, syntaktiske regler, mekanismer for skrivning, læsning og udførelse af beskrivelsens udsagn. Komplexiteten hidrører mere fra syntaksens bånd og skrive/læse/udføre-mekanismerne end fra selve systemets dynamiske "arbejde". Selvom Pattee's teori rejser visse vanskeligheder, som ikke skal uddybes her, så lader en pointe sig let se i forhold til vores informationsparadoks.

Der er nemlig præcis komplementaritet (i Pattee'sk forstand) mellem de to betydninger af biologisk information som henholdsvis strikte data og meningsfulde budskaber. På det molekylære niveau specificerer genernes DNA primærstrukturen af proteinerne efter en helt stringent og tidløs logik (eller lingvistik), da budskabets mening ikke afhænger af aflæsningens hastighed. Men primærstrukturen er en abstraktion, og et meningsfuldt funktionelt enzym/protein kræver en komplementær dynamik i tid, som er genetisk uudsigelig (ikke genetisk uafhængig), men adlyder almindelige termodynamiske naturlove. Cellens selvbeskrivelse behøver ikke at være komplet for at kunne virke i et homeostatisk system og for at kunne danne komplekse former. Det klassiske udtryk for denne komplementaritet i biologien er dualiteten genotype-fænotype. Man kan ikke forklare den ene fuldstændig med begreber for den anden.

Pattee har altså taget molekylarbiologiens afmagt m.h.t. form så alvorlig, at han tolker den principielt. Vi kan ikke lave en formel teori, som "præcist" kan beskrive hvordan form og funktion, stof og sind, strikt information og mening vekselvirker. Der er selvfølgelig interaktion, men det er ikke muligt at konstruere en prædiktiv teori, som ud fra én beskrivelsesmåde angiver denne. (14) Pattee løser klart nok ikke det epigenetiske/morfo-genetiske problem i biologien med disse betragtninger. Men han peger på noget vigtigt, nemlig at livet er - om ikke en "fundamental kendsgerning" af de grunde, som foresvævede Bohr, så dog - irreducibelt derved at det indeholder en "epistemologisk relation" af subjekt-objekt-karakter, en selv-beskrivelse, som ifølge tankegangen nødvendiggør anvendelsen af komplementære, fysisk/kemiske

DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT

DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT

og intentionelle begreber i den samlede beskrivelse af biologisk orden.

I forhold til Øhrstrøms artikel ser vi derfor tre pointer: 1. Det er muligt, at molekylærbiologiens opkomst fik Bohr til at revidere sit syn på komplementaritet i forbindelse med liv. Det er ikke sikkert. Det er heller ikke tvingende for komplementariteten som **erkendelsesteoretisk princip**. 2. Kun den kluntede analogi mellem livets og virkningskvantets eksistens kunne ikke opretholdes. 3. Distinktionen mellem komplementaritet som et epistemologisk princip, og som brede (ontologiske) analogier mellem helt forskellige fænomener er vigtig. Her er både Bohr og Øhrstrøm uklare. Pattee får i det mindste peget på forskellen og motiveret os til fornyede overvejelser.

4. Det Bohr'ske komplementaritetsprincip, som fx Pattee har udmøntet det, bidrager til en nyvurdering af biologiens erkendelsesobjekt - organismen som fysisk, kemisk, biologisk og sprogligt system - og til et opgør med det flere hundrede år gamle mindreværdskompleks overfor de såkaldte eksakte naturvidenskaber, som biologien, og ofte også humaniora og samfundsvidenskab, har lidt under, idet "subjektive" beskrivelsesmåder (dette er noget andet end vilkårlig subjektivisme!) ikke uden videre kan affærdiges som vitalisme og mysticisme. Tværtimod! Det er selvbedrag at tro, at man kan undgå det subjektive moment i organismen og vores teorier om den. Ligesom termodynamiske aspekter af livet synes at finde en naturlig placering i fysikken uden at reducere biologi til fysik, kunne lingvistiske træk af organismens biologi en dag finde plads i en generaliseret humanvidenskabelig teori om tegn, mening og betydning. Hvilket også kræver filosofisk indsats. Filosofiens risiko er at forblive identisk med sig selv - som "ren" filosofi.

NOTER:

- 1) D.R. Hofstadter: Gödel, Echer, Bach: an eternal golden braid, Harvester Pr: 1979.
- 2) Øhrstrøms artikel s. 14 (Slagmark 5, 1985).
- 3) Tor Nørretranders: Det udelelige, Gyldendal 1985, s. 271ff, 284ff, 288.
- 4) Johs. Witt-Hansen: Niels Bohrs erkendelsesteori, Gamma 61, 1985, s. 4-20, her s. 14.
- 5) Ilya Prigogine: From being to becoming, Freemann 1980.
- 6) S.J. Gould: The paradox of the first tier, Paleobiology 11: 2-12, 1985, og ref. heri.

DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT

DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT

- 7) J.H. Woodger: Biological principles, Kegan Paul, London 1929.
- 8) G.S. Stent: That was the molecular biology that was, Science 160: 390-395, 1968.
- 9) C.I.J.M. Stuart: Physical models of biological information and adaptation, J. Theorg. Biol. 113: 441-454, 1985.
- 10) A.J. Fedanzo: All things are full of gods - or information, J. Social Biol. Struct. 6: 135-138, 1983.
- 11) H.H. Pattee: The complementarity principle in biological and social structures, J. Social Biol. Struct. 1: 191-200, 1978.
- 12) -: Dynamic and lingvistic modes of complex systems, Int. J. General Systems 3: 259-266, 1977.
- 13) Ibid. p. 259.
- 14) -: Comment, J. Social Biol. Struct. 6: 146-147, 1983.

DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT DEBAT