



Buste af Pasteur ved barndomshjemmet i Dole

Jesper Hoffmeyer

Dr.phil. (semiotik) og cand.scient. (biokemi)

Gære i videnskaben:

Da liv blev et problem

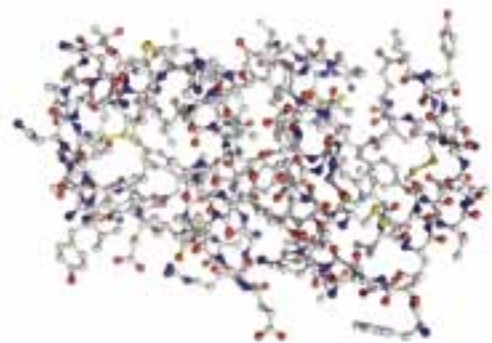
Biologi er en historisk videnskab

Brygger Jacobsens tid falder sammen med en periode, hvor biologien udvikles til at blive en videnskabelig disciplin i moderne forstand. Ved periodens begyndelse i 1811 er opfattelsen af livsfænomenet stadig genstand for stærkt metafysisk farvede spekulationer, vitalisme kontra mekanicisme, præformationisme kontra epigenese og kontroversen om, hvorvidt liv kan opstå af sig selv ved såkaldt spontan genese. Ved bryggerens død i 1887 har den eksperimentelle biologi fået solidt fodfæste, og de spekulative teorier vinder mindre og mindre gengang blandt tidens biologer. Dette skyldes ikke, at man har løst de underliggende teoretiske spørgsmål, for inden for de sidste par tiår er disse kontroverser dukket frem igen, omend iklædt helt andre gevandter. Snarere skete der vel det, at biologien nu havde fået udviklet metodikker, der var mere jævnbyrdige med de udfordringer, livsprocesserne stillede videnskaben overfor. Biologiens og lægevidenskabens enorme succeser op igennem det 20. århundrede lagde simpelthen låg på de filosofiske spekulationer.

Biologi er en historisk videnskab – både, fordi livet her på Jorden er resultatet af en milliardårig historie, og fordi biologien selv – ligesom alle andre menneskelige aktiviteter – har en historie. Det sidste er måske trivielt, men betydningen af de historiske omstændigheder, som har formet udviklingen af biologien som videnskab, er ikke trivielt. Man kunne f. eks. spørge, hvorfor biologien betragter sig selv som en naturvidenskab og ikke en humanvidenskab? Læseren studser måske, men da biologien jo anser mennesket for et dyr, så burde mennesket vel være en del af biologiens studiefelt. Sådan er det bare ikke gået – medmindre da man regner teorierne om mennesket som en slags overlevelsesmaskiner i genernes tjeneste for humanvidenskab. Biologien har efter min mening ikke udviklet et teoriapparat, som på troværdig måde sætter den i stand til at bidrage til forståelsen af menneskets oplevelsesliv, endsiges en teori om, hvordan sådan et fænomen som oplevelser overhovedet kan være opstået ved evolution. Jeg skal til sidst anviser en vej, jeg tror biologien kunne gå for at genvinde synet i denne blinde plet.

At kalde biologi en historisk videnskab er at pege på en helt afgørende forskel mellem biologi og fysik. I biologien spiller unikke hændelser en altafgørende rolle. Da f.eks. de sydamerikanske og nordamerikanske kontinenter for nogle millioner år siden tørnede sammen pga. kontinentaldriften, betød det samtidig, at sydamerikanske sabelkatte, der var pungdyr, nu stod over for nordamerikanske sabelkatte, der var (placentale) pattedyr. Den konkurrence kunne de sydamerikanske sabelkatte ikke klare, og med dem forsvandt tillige de særlige gener og proteiner, der havde udviklet sig hos disse dyr samt eventuelle parasitter og mikroorganismer specialiserede til et symbiotisk liv med pungdyrssabelkatte. Kun historisk analyse kan udrede den slags forløb – ligninger og generaliseringer er til ringe nytte.

”Historie kommer ind i billedet, når omfanget af de muligheder, der kunne være forekommet, er væsentligt større end antallet af dem, som faktisk er forekommet”, skrev den amerikanske matematiske biolog, Stuart Kauffman, der som leder af Santa Fé-instituttet var en pioner inden for udforskningen af komplekse systemer. Kauffmans pointe hentyder til en meget fundamental kendsgerning om vores univers, nemlig at mængden af former, der kunne være blevet dannet, er uendeligt meget større end mængden af de former, som faktisk er blevet dannet. Vi kan illustrere det med proteinmolekylet. Et proteinmolekyle består af en lang kæde af enheder, kaldet aminosyrer, og typisk vil der være ca. 300 af disse enheder i kæden (se figur 1, s. 96). Eftersom der er forskel på de enkelte aminosyrer, er rækkefølgen af dem afgørende for, hvilken form kæden eller tråden vil få, når den rulles sammen til det sammenfiltrede ’garnnøgle’, som udgør det færdige proteinmolekyle.



Figur 1:
Rumligt diagram
af proteinmolekyle

Der er 20 forskellige aminosyrer at vælge mellem på hver af de 300 pladser, hvilket altså betyder, at antallet af mulige kombinationer er 20 ganget med sig selv 300 gange, hvilket vi plejer at udtrykke kort ved at sige, at der er 20^{300} muligheder. Omregnet til normale 10er-potenser bliver dette tal = 10^{395} , altså et ét-tal efterfulgt af 395 nuller. Dette ufattelige tal angiver, hvor mange forskellige former, et protein på 300 aminosyrer potentielt ville kunne antage. Til sammenligning kan verdensrummets alder opgøres til 457 trillioner sekunder, eller altså $4,57 \times 10^{17}$ sekunder. Disse to tal viser med al tydelighed, at selvom verdensrummet har været her umådeligt længe, så har det ikke nær haft tid nok til at skabe alle de mulige proteiner endsige afprøve deres duellighed og kassere de udelige. Om vi så antog, at der én milliard steder på vores klode lige siden verdens begyndelse hvert sekund var blevet dannet et nyt proteinmolekyle, ville mængden af skabte proteinmolekyler stadig kun ligge på $4,57 \times 10^{26}$, en forsvindende brøkdel af de 10^{395} mulige proteinmolekyler.

Konsekvensen af denne beregning er simpel: Kun ganske få af de utallige mulige proteiner er nogensinde blevet skabt og afprøvet i praksis af et levende væsen, og i udgangspunktet beror det på rene tilfældigheder, hvilke proteiner der findes i verden. Vi kan ikke vide, om nogle af de aldrig dannede, men principielt mulige proteiner kunne have ført til eksistensen af helt andre livsformer. Naturens formunivers er ikke i strikt forstand lovbestemt. En anden måde at sige dette på er, at livsverdens former er underbestemt af de fysiske love. Som alt andet i verden må også livsprocesserne rette sig efter fysikkens love, men disse love kan overholdes på mange måder, og hvilke af disse måder, der faktisk realiseres i verden, kan lovene ikke 'vide' noget om. Livets opståen hverken trods fysikkens love eller dikteres af dem. Og med livets opståen opstår der en helt ny slags dynamik i Jordens udviklingshistorie, for de levende væsner kan nemlig ting, som intet før-biologisk system ville have kunnet. De kan 'forudse', og de kan 'lære', og disse talenter har med tiden ført til en eksplosionsagtig udbredelse af mærkværdige og sindrige organiske former på Jorden.

Biologi bliver en moderne videnskab

Men vi er kommet forud for vores beretning. Ved bryggerens fødsel kendte man endnu ikke til, hvad vi idag anser for elementære kendsgerninger om livet: At organismer består af celler, at gæring skyldes mikrober, at pattedyr har æg ligesom krybdyr og fugle eller, at alle arter nedstammer fra fælles forfædre, altså evolution. Det sidste er dog en sandhed med modifikationer. For i året 1800 havde den franske naturforsker, Jean-Baptiste Lamarck, allerede fremsat verdens første videnskabelige teori om evolution (59 år før Darwin). At hans teori senere er blevet sablet ned af darwinisterne, bør ikke få os til at overse Lamarcks på mange måder originale bidrag, et bidrag, hvis ilde skæbne i høj grad skyldes den karikerede identifikation af lamarckisme med troen på, at erhvervede egenskaber nedarves. Denne efter alt at dømme fejlagtige opfattelse udgør faktisk kun en mindre central del af Lamarcks evolutionstænkning.

Da Lamarck i året 1800 foreslog den nye term biologi for studiet af de levende væsner, var det netop på baggrund af hans evolutionsteori, der jo indebar, at livsformerne har gennemløbet en udvikling fra det "mindre perfekte" til det "mere perfekte", som han formulerede det. Planteriget og dyreriget var derved afgørende forskelligt fra mineralriget, og studiet af disse riger fortjente derfor et særligt navn, som altså blev biologi (=livslære).

At levende væsner på en eller anden måde er fundamentalt forskellige fra livløse ting, var selvfølgelig ikke en ny erkendelse. I 1600-tallet havde Descartes ganske vist sammenlignet kroppen med en maskine, et sindrigt urværk, og han udarbejdede detaljerede modeller for, hvordan kropsmaskineriet kunne tænkes at virke. Men der var nu noget underligt ved disse levende maskiner, og allerede matematikeren Gottfried Leibnitz, der ellers var en dedikeret rationalist, noterede sig (i 1695), at

naturens egne maskiner i modsætning til de maskiner, menneskene har skabt, er maskiner ned til deres mindste dele, de er maskiner i en uendelighed i den forstand, at de i sig rummer kim, der aldrig kan ødelægges.

Han kaldte sådanne maskiner for organismer og anså dem for drevet af højere kræfter, omend disse kræfter altså lader dem fungere efter mekaniske love.

Som jeg læser disse linier, ligger her i kimform essensen af den vitalisme, der nok mere end noget andet kom til at skille vandene i de næste par hundrede års biologi. Begrebet vitalisme opfattes temmelig forskelligt i forskellige sammenhænge, men for så vidt vi snakker biologi, kan man formulere det vitalistiske synspunkt som den opfattelse, at organisk liv ikke udtømmende kan forklares på baggrund af fysisk-kemiske lovmæssigheder, og at en ikke-materiel åndelig livskraft må inddrages i forståelsen. Set i et nutidigt perspektiv kan man hæfte sig

ved, at de to halvdele i denne formulering ikke nødvendigvis hænger sammen. Man kan godt være enig i, "at organisk liv ikke udtømmende kan forklares på baggrund af fysisk-kemiske lovmæssigheder", og dog være uenig i, at "en ikke-materiel åndelig livskraft må inddrages i forståelsen." For, som vi så: livet er underbestemt af fysikkens love, og en af de erkendelser, som er kommet meget i fokus i de sidste par årtier, især via såkaldt ikke-ligevægts-termodynamik og kompleksitetsforskning, er, at under omstændigheder som dem, der gælder på en planet som Jorden, kan højt strukturerede tilstande forventes at opstå spontant ud fra mindre strukturerede tilstande. Et sådant spontant frembrud af nye organiserede strukturer, hvorunder der etableres ændrede rammer for det pågældende systems fremtid, kaldes også emergens.

Inden vi haster videre til de øvrige store kontroverser, som beherskede den tidlige biologi i det 18. og 19. århundrede, kunne jeg tænke mig at give ordet til oplysningsfilosoffen og encyclopædisten Denis Diderot, der var en stor tilhænger af et rationelt verdensbillede. Diderot ironiserer over det mekaniske verdensbillede og dets hyppige brug af uret som en metafor for 'levende maskiner' og siger: "Hvilken forskel er der ikke mellem et sansende levende ur og et ur af guld, jern eller kobber?"² Og med om muligt endnu mere schwung:

*Ser du dette æg? Med det kan du omvælte alle teologiske skoler, alle verdens kirker. Hvad er et æg? En sanseløs masse inden befrugtningen, og efter befrugtningen, hvad er det så? Hvordan kan denne masse udvikle sig til et højere niveau af organisation, til sansning og liv?*³

Hvad disse citater viser er, at vitalismen – i alt fald på det tidspunkt – udmærket kan gå hånd i hånd med rationalisme. Identifikationen af vitalisme med anti-videnskabelighed er af nyere dato.

Også i vor tid elsker lærebogsforfattere at sammenligne organismer og maskiner. Og det har de selvfølgelig en vældig god grund til, for både maskiner og organismer er teleologiske indretninger, de er målrettede, som det hedder på almindeligt dansk. Men hvor kommer denne telos fra – dette mål? I maskinens tilfælde ved vi det udmærket: den kommer fra den person, der har konstrueret maskinen, så den kan udføre en ønsket funktion på målrettet vis. Men hvor kommer organismernes telos fra?⁴ Her er biologien dybest set tavs – for en henvisning til Guds skaberkraft er jo ophørt med at være stueren, naturvidenskabeligt set. Vi skal vende tilbage til dette spørgsmål.

Den anden store kontrovers i den tidlige biologi angik spørgsmålet, om liv kan opstå spontant, spontan genese. Aristoteles havde ment, at uanselige dyr som f. eks. myg godt kunne opstå ved spontane processer. Almindelig intuition (før køleskabets tid) tilsagde da også folk, at al slags kryb såsom fluer og maddi-

ker, hurtigt vil udvikle sig i madrester og andre uhumskheder. Shakespeare havde foreslået, at slanger og krokodiller var opstået i Nilens mudrede vande, og en flamsk læge, Johan von Helmont, gav anvisninger på, hvordan mus kunne opstå af gamle klude. Spørgsmålet optog sindene meget, for det havde jo religiøse og politiske overtoner. Hævdede man, at liv kunne opstå spontant, underkendte man derved Guds monopol på skabelsen af dyr og planter. Dertil kom, at det smagte af materialisme og andet kætteri, for det har aldrig været fyrste og kirke nogen behagelig tanke, at ting sådan skulle kunne opstå af sig selv ganske uden medvirken af myndighedernes kløgt. Konservative kræfter var derfor generelt modstandere af troen på spontan genese, mens de mere revolutionære begærligt greb den.

Den gængse opfattelse er, at det var den franske kemiker Louis Pasteur, der endegyldigt tilbageviste teorien om spontan genese. I en serie berømte forsøg fra 1860'erne kogte Pasteur opslemninger af gær i sukkervand i en kolbe med en sindrig svanehals, der kun vanskeligt kunne lade udefra kommende kim trænge frem til indholdet. Han påstod, at disse kogte gæropslemninger endnu flere år senere var ganske fri for liv.

Pasteurs bevis, som man idag kan se berømmet i enhver lærebog, var imidlertid knap nok endegyldigt. Hvad der skete var, at det franske videnskabernes akademi i 1864 nedsatte en komité, som uden smålig skelen til de eksperimenter, Pasteurs modstandere havde foretaget, indstillede til akademiet, at Pasteurs eksperimenter var det endelige bevis i sagen. Efter en tumultarisk procedure stadfæstede akademiet denne afgørelse med absolut majoritet.

Pasteurs hovedmodstander i striden var direktøren for det naturhistoriske museum i Rouen, Felix Pouchet. Pouchet hævdede, at liv kunne opstå spontant i sterile kolber indeholdende hø kogt i vand. Pasteur svarede igen ved at påstå, at Pouchets kolber var inficeret af kim fra luften. Medlemmerne af den videnskabelige komité havde alle ved tidligere lejligheder erklæret deres modstand mod teorien om livets spontane opståen, og de ulejlige sig da heller ikke til Rouen for



Kolbe med svanehals, som Pasteur brugte til at modbevise teorien om spontan genese



Spermatozo med humunculus inde i

at kontrollere Pouchets eksperimenter, men nøjedes med at besigtige Pasteurs forsøg. Og sådan endte så den historie.

Ikke længe efter disse begivenheder opdagede man, at der findes mikrober, som kan indkapsle sig til sporer, og at disse ikke ville gå til grunde ved kogning. Efter al sandsynlighed havde Pouchet altså ret i sin påstand, for netop i kogt hønsebrød vil man finde sådanne sporer, og når beholderen afkøles, vil sporerne spire og danne nye bakteriekulturer. I Pasteurs forsøg var substratet som sagt en opslemning af gær i sukkervand, og her sker der ingen sporedannelse. Ironien er selvfølgelig, at et negativt udfald som Pasteurs principielt ikke kan være noget bevis. Pasteur havde selvfølgelig ret, som vi ved idag. Men det kunne man ret beset ikke vide, da han fik ret. Dengang som nu spiller magt og prestige en stor rolle for udfaldet af videnskabelige stridigheder.

Beslægtet med striden om spontan genese var striden mellem tilhængere af præformation og tilhængerne af epigenese. Den præformationistiske teori hævdede, at ægget indeholder et voksent dyr i miniature, og at udviklingen af fosteret udelukkende består i vækst eller udfoldning af dette forudformede væsen. I en fantasifuld udgave af denne teori forestillede man sig, at en lille mandsling, en homunkulus, lå sammenkrøbet inde i menneskets sædceller. Retfærdigvis skal det dog siges, at denne udgave af præformationismen ikke vandt tilslutning blandt videnskabsfolk. Modsat præformationsteorien hævdede den epigenetiske teori, at ægget fra begyndelsen er helt udifferentieret og homogent, og at udvikling sker som den skridtvise "efterfølgende dannelse" (epigenese) af strukturer. Tilhængere af spontan genese ville potentielt også være tilhængere af den epigenetiske teori, der jo netop skitserede individets dannelse som en langsom frembryden, eller emergens, af individer ud fra et ustruktureret begyndelsepunkt. Præformationisme ville omvendt appellere til de konservative, der helst så verden som bestemt af traditioner og sædvaner, blod og byrd. En moderne udgave af striden overlever i form af arv- og miljø-diskussionen. Præformationisme finder vi her som ideen om, at vores gener udgør et "program", der i detaljer bestemmer, hvordan den voksne organisme bliver udformet. Teorien om epigenese

indebærer omvendt, at vægten lægges på interaktive processer i fosteret og mellem fosteret, moderorganismen og miljøet.

Udover at knuse teorien om spontan genese - og måske ikke uden en vis sammenhæng hermed - kunne Pasteur i 1857 fastslå, at "alkoholgæringen aldrig finder sted uden, at der samtidig foregår en organisering, udvikling og mangfoldiggørelse af celler". Produktion af øl ved gæring havde man kendt til i 8.000 år, og vinrester er fundet så langt tilbage som for 7.000 år siden. Kunsten at bage brød og lave syrnede mælkeprodukter er noget yngre, formentlig ca. 4.000 år gammel. Men hvad gæringsprocessen bestod i, blev altså først opklaret i slutningen af det 19. århundrede. Og trods Pasteurs autoritet, var der stadig mange, der som den tyske kemiker Justus Liebig mente, at gæringsprocessen var en rent kemisk proces. Først i 1897, to år efter Pasteurs død, lykkedes det en tysk kemiker, Edouard Büchner, at lave en ekstrakt fra gærceller, såkaldt zymase, som kunne udføre gæringsprocessen i fravær af levende celler. Denne opdagelse var et hårdt slag for den i forvejen mere og mere miskrediterede vitalisme. Men Pasteur og Liebig havde altså på en måde begge ret: Zymase er en blanding af enzymer, men disse findes jo normalt kun i levende celler, og uden enzymer eller celler vil processen ikke løbe: Enzymer i gærcellerne omdanner kulhydrat (sukker) til alkohol og CO_2 , (uden forbrug af ilt). CO_2 er som bekendt en luftart, og det er den, der får brødet til at hæve samt vinen til at boble, og alkoholen damper af ved de høje temperaturer i ovnen, så man ikke bliver beruset af at spise brød. I de syrnede mælkeprodukter er det ikke gær, men mælkesyrebakterier, der er ansvarlige for gæringen, og slutproduktet er ikke alkohol, men mælkesyre.

Den skjulte homunkulus

Ved indgangen til det 20. århundrede var biologien da omsider ved at blive en rigtig naturvidenskab, og med den succesrige sammentænkning i 1940'erne af Darwins evolutionsteori med genetikken, som går under navnet neodarwinisme - eller den moderne syntese - syntes vitalismen endegyldigt at være knækket. Bortset fra Stalin-tidens lysenkoisme, som ingen rolle spillede i vestlig videnskab, var alle de metafysiske spøgelser fra fortidens opgør nu jaget på porten.

Og dog tyder noget på, at tidevandet er ved at vende, så vi igen må til at konfrontere de grundliggende metafysiske spørgsmål om, hvad liv er for en slags ting. Der er flere parallelle årsager til dette, men lad mig nævne tre. På det teoretiske niveau er det især udviklingen af såkaldt ikke-ligevægts-termodynamik, som har ændret billedet. Opdagelsen af de uventet interessante termodynamiske vilkår, der råder i systemer, som befinder sig langt fra ligevægt, dvs. systemer der - som f. eks. organismer - bruger energi (fra stofskiftet) til at opretholde sig selv i en tilstand af fastholdt uligevægt⁵, har ændret på vores syn på de dynami-

ske vilkår for livsprocesserne. Selv-organiserende processer – emergens – er gået fra at være et mystifistisk begreb til at være en nærmest logisk konsekvens af den nye termodynamik.

Bag denne udvikling ligger bl.a. udviklingen af computerteknologien, fordi den har sat os i stand til at regne på komplekse systemer, hvis dynamiske egenskaber man tidligere ikke havde nogen chance for at beskrive uden at lave store og – som vi idag kan se – ofte uholdbare forenklinger.

Mere fagbiologisk set beror det nye billede på udviklinger inden for fagområder som molekylær genetik, cellebiologi og udviklingsbiologi. Disse udviklinger tillader os at konstruere et detaljeret billede af, hvordan genotypen rent faktisk bliver til en fænotype, altså hvordan genomet i praksis bærer sig ad med at skabe de træk hos individet, som det hævdes at gøre. Og det viser sig, at denne proces er alt andet end triviell. Hidtil har man arbejdet ud fra den forudsætning, at man i det store billede kunne se bort fra den interne mekanik bag genotype-fænotypesammenhængen. Det er den forudsætning, som er ved at miste troværdighed, og dermed falder den genetiske præformationisme til jorden: Genet er simpelthen ved at blive detroniseret som ultimativ forklaringsenhed for biologisk evolution.⁶ I stedet myldrer det frem med epigenetisk orienterede opfattelser.

Men opgøret går dybere endnu. For selv om ingen ønsker en tilbagevenden til den klassiske idé om vitalisme, så er det klart, at det, vi kunne kalde organismernes teleodynamiske adfærd, ikke blot kan forvises til de tabte illusioners lodseplads. Telos er ikke bare noget, vi projicerer over på denne verdens organismer. Ikke mindst udviklingen inden for kognitiv etologi, altså studiet af dyrs åndsevner, har afsløret, at dyr gennemgående er meget smartere, end vi har troet. Det skarpe skel mellem dyr og menneske er simpelthen ikke længere til at opretholde, og dermed bliver det åbenlyst ulogisk at regne dyrene for en slags maskiner uden, at vi også regner os selv for en slags maskiner. Benægter vi, at vi blot er maskiner, må vi også benægte, at dyrene blot er det. Det er blevet umuligt at give rimelige svar på, hvorfor vi skulle besidde en telos og de ikke.



Har ællinger agens?

Snarere end det belastede ord telos vil jeg foretrække at kalde denne egenskab, som deles af alle livsformer – også planter, svampe og mikrober – for agens. Ordet 'agens' er beslægtet med ordet 'at agere', dvs. at være virksom, at handle. Agens er simpelthen 'evnen til at agere'. Når en organisme dør, mister den evnen til at agere. Agens indtager i livsverdenen en komplementær rolle til ordet 'kraft' i fysikkens verden. En kraft får noget til at ske, agens får en organisme til at gøre noget. Men forskellen er åbenbar, for organismen må benytte sig af en eller anden kraft (f. eks. muskelkraft) for at kunne agere, men i sig selv 'vil' en kraft ikke noget. Nogen skal bruge den til noget. Kraft uden agens er fysik, kraft styret af agens er liv.

Sjovt nok er der ikke noget nyt i at tilskrive organismer agens. Darwin selv var ganske på det rene med organismernes agens, og i Arternes oprindelse, kapitel 3 skriver han explicit, at "Når vi beskriver naturen, er det yderst nødvendigt aldrig at glemme, at hver eneste levende væsen kan siges at stræbe til det yderste for at formere sig og blive til mange." At dette ikke blot var en tilfældig lapsus, er tydeligt for enhver læser af den gamle tekst. Darwin skrev netop ikke en bog om livets oprindelse, et spørgsmål han forholdt sig agnostisk til, men om arternes oprindelse gennem modifikation. Og i værkets aller sidste passager siger han:

Der er storhed i dette syn på livet, at det, med dets forskellige kræfter, af Skaberen oprindeligt er blevet nogle få eller en enkelt form indblæst, og at medens denne klode har rullet rundt efter tyngdens bestemte lov, har utallige former, højst skønne og højst vidunderlige, fra en simpel begyndelse udviklet sig og udvikles endnu⁷ (min fremhævelse).

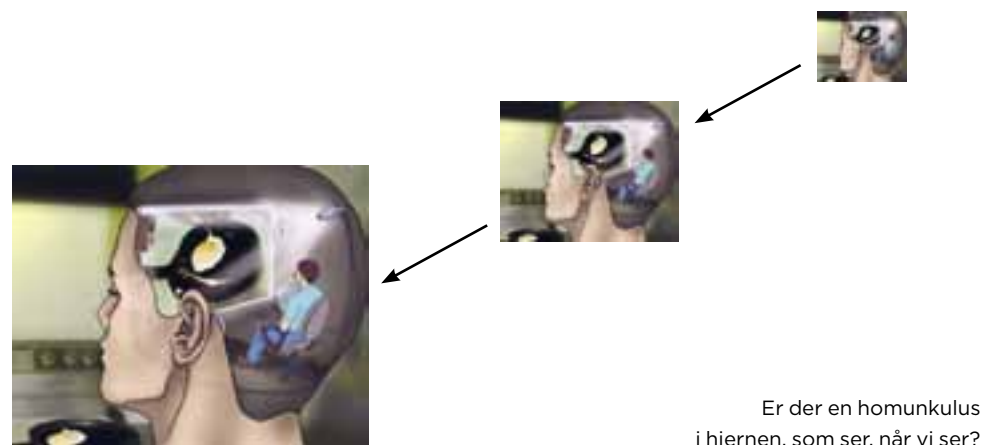
Blandt disse "kræfter" var selvfølgelig agens, eller altså med Darwins egen betegnelse "stræben", og hvordan denne stræben oprindeligt skulle være opstået, var det ikke hans opgave at forklare, hvilket han jo meget elegant fritager sig selv fra ved sin reference til Skaberen, på hvem han dog på dette tidspunkt af sit liv⁸ næppe længere havde nogen stor tro.

I moderne evolutionsteori er hovedvægten skiftet fra individets niveau til genets niveau, og da gener er brudstykker af DNA-molekyler, er Darwins stræben lige så stille forsvundet ud af billedet, for ingen vil dog fornuftigvis hævde, at molekyler kan 'stræbe'. Problemet er imidlertid, at hvis man forkaster Darwins stræben, så bliver det uforståeligt, hvordan naturlig selektion overhovedet kan foregå. Hvordan man end vender og drejer det, så skal der ske en grusom mængde udryddelse af det utilpassede for at sikre, at kun det tilpassede overlever. Det er altså logisk set nødvendigt, at alle organismer bestræber sig på at undgå udryddelse, hvis selektionen skal udvirke sit "mål", altså tilpasning. At organismer vitterlig gør det, er en af de mest primitive iagttagelser, man kan gøre i naturen,

så hvorfor skulle man dog også benægte det? Jeg er bange for, at svaret på det spørgsmål faktisk er metafysisk begrundet: Man må benægte det, fordi det ville stride mod en ontologisk grundantagelse i naturvidenskaben, nemlig at det levende i den sidste ende ikke-er-andet-end fysik og kemi: og fysik og kemi kender ikke til agens eller stræben. Dette "ikke-er-andet-end" er kernen i al reduktionisme, og det er i reglen en ganske sund arbejdshypotese, men ophøjes arbejdshypotesen til metafysik, er det ikke længere videnskab.

Biologien vrirler med begreber, der dybest set ikke er begribelige uden en antagelse om, at der faktisk er en eller anden skjult 'intelligens' på færde i naturen. Semiotiske ord som 'information', 'adaptation' 'signal', 'messenger (RNA)', 'troværdighed', kode', 'cross-talk', osv. forudsætter stiltiende eksistensen af nogle homunkulusagtige principper, der kan træde i stedet for Darwins "stræben". Oprindeligt var det alkymisterne, der indførte begrebet en 'homunkulus', idet de, efter hvad der siges, bestræbte sig på at fremstille guld i deres dunkle laboratorier. I virkeligheden var det nok så meget mennesker som guld, alkymisterne søgte formelen for, og håbet var, at man en dag ville blive vidne til fremkomsten af en lille homunkulus i kolben. Homunkulusbegrebet blev – som vi så – siden brugt satirisk om præformationisternes tro på, at ægget i sig skulle indeholde et voksent dyr i miniature.

Homunkulus-forklaringer er generelt temmelig håbløse, fordi de i grunden ikke rigtig forklarer noget, snarere fører de os over i en uendelig regres. Jeg husker endnu, hvordan vores fysiklærer, da vi i 7. eller 8. klasse lærte om lysets brydning, forklarede os, at nyfødte babyer ser verden på hovedet, for når lyset passerer øjets linse, projiceres det jo omvendt over på nethinden. Baby lærer dog hurtigt at vende billedet om, forklarede hun os beroligende. Men hvis den forklaring skal give mening, må vi jo så tænke os, at synsprocessen foregår ved, at nethin-



dens billede transformeres til et billede oppe i hjernen, et billede som beskues af en eller anden homunkulus, der kan fortælle os, hvad det er, vi ser. Og dog, hvis homunkulus skal kunne se billedet, må der inde i homunkulus' hjerne sidde en endnu mindre homunkulus og fortælle ham, hvad han ser, osv. osv.

På helt lignende måde kan vi analysere ethvert af de nævnte semiotiske begreber. En adaptation indebærer f. eks., at noget er blevet tilpasset til noget andet. Men at "passe til hinanden" er ikke et objektivt begreb. Hvad, der passer til hvad, er bestemt af værdier af eller anden art: enkelhed, skønhed, funktionalitet osv. Vælger vi nu 'funktionalitet', kan vi bare gentage analysen. At være funktional forudsætter i sig selv en værdi, noget skal fungere i forhold til et ønske eller mål. Siger vi, at dette mål er at undgå udryddelse, hvad er det så for en slags homunkulus, der nu pludselig udretter det, altså at stræbe, som organismen ikke selv kan? Og hvis homunkulus kan sikre organismens stræben, hvad kommer det talent så af? Der må vel så være endnu en homunkulus inde i homunkulus'en ...

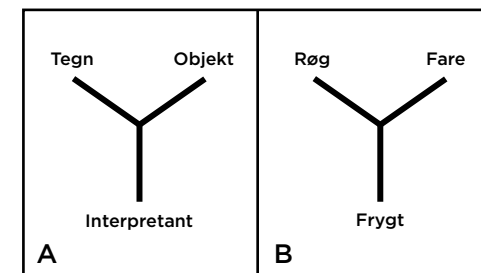
Biosemiotik

Det er her, det biosemiotiske perspektiv, jeg har arbejdet med de sidste 20 år, bliver relevant. Vi må have "homunkulus'en" frem i lyset, så vi kan gøre det teoretisk forståeligt, hvad 'han' er for et væsen. I stedet for at benægte livsformernes agens, eller besværgede den med den cirkelslutning, at naturlig udvælgelse skulle have skabt den, må vi finde ud af, hvorpå agens beror samt, hvordan den kan tænkes at være opstået.

Det biosemiotiske bud er, at tegnet er det mest elementære udtryk for agens, og at tegnprocessernes væsen derfor vil være en nøgle til besvarelse af de stillede problemer. Et tegn kan helt generelt stilles op som en triadisk relation, hvorved der etableres en forbindelse mellem "noget" og "noget andet" for "nogen".

Opdager vi – for nu at tage et meget simpelt eksempel – at der er røg omkring os, vil vi kigge os undersøgende rundt for at se, hvad eller hvor det brænder. Røgen er et tegn på ild, siger vi. I virkeligheden er det knap så simpelt, for hvis et spædbarn sanser røg, vil spædbarnet jo ikke søge efter ilden. Måske vil

A: Tegntriaden: Det, vi i daglig tale kalder et tegn, er i virkeligheden en proces, hvorved der udløses en fortolkende aktivitet (en interpretant) hos et levende væsen således, at tegnet kommer til at referere til et objekt.
 B: Tegntriaden eksemplificeret med 'røg' som det primære tegn, der bevirker, at en hjort gripes af frygt (interpretanten), idet den fornemmer fare (objektet)



røgen minde baby om en anden tidligere oplevelse af røg, og det er selvfølgelig også en slags tegn, et ikon: dette ligner noget, jeg kender. Men for den voksne er røg tegn på ild – dog bortset fra i et teater, hvor det forhåbentlig ikke drejer sig om ild, men om teaterrøg. Et tegn er altså ikke en ting, men en proces – en proces, hvorved noget fremkalder en fortolkende aktivitet i en organisme. En hjort bliver f. eks. grebet af frygt, hvis den fornemmer røg i luften, og dette, ”at blive grebet af frygt” er indbegrebet af, hvad en interpretant er. En interpretant er altså hverken en tanke eller en idé, men simpelthen en proces i en organisme, som afstedkommer, at et tegn forbindes med et objekt.

Netop fordi tegnet ikke i sig selv er andet end relation, hvorved noget kommer til at betyde noget for nogen, som når en lugt betyder frisk morgenbrød, eller en bestemt fanfare i en Wagner-opera indvarsler skæbnetunge begivenheder, er tegnet uafhængigt af, hvilket domæne det opererer i, naturen eller kulturen. Når en HIV-virus skaffer sig adgang til en celle ved at være ikklædt en kemisk ’uniform’, der til forveksling ligner (er et ikon for) den staffage, kroppens egne celler er udstyret med, beror det netop på, at nogle ”vagtposter” på cellens overflade (teknisk sprog: receptorer), lader sig narre af dette ikon og lukker ”porten” (kanalen) op for virus’et. Og så bliver vi syge.

Dette er ikke stedet at udfolde det semiotiske syn på naturen i større detaljer. Nysgerrige læsere kan søge yderligere uddybning på mit website⁹ eller i mine bøger.¹⁰ Her står imidlertid tilbage at konfrontere spørgsmålet om den implicite intentionalitet, som tegnprocessen er udtryk for. En organisme kan ikke tyde et tegn uden, som vi allerede har sagt, at besidde en slags agens. Verden må så at sige betyde noget for organismerne, hvis de skal kere sig om tegn. Spørgsmålet om, hvordan en asemiotisk verden i Jordens urpløre kan have nærret fremvæksten af en semiotisk verden af levende væsner, er unægteligt en stor udfordring for biosemiotikken. Men ret beset må spørgsmålet jo også stilles i den traditionelle biologi. For med mindre man ligefrem benægter, at mennesket er et semiotisk dyr, så melder spørgsmålet sig også her om, hvordan det semiotiske talent kan være opstået hos denne ene art. Da spørgsmålet altså under alle omstændigheder melder sig, forekommer det mest logisk at konfrontere det allerede ved livets begyndelse.

Det mest forunderlige ved livet er egentlig dette, at det har en inderside. Alt liv har et indre, som forholder sig til noget ydre. Det kan man så vidt vides ikke beskyldes sten, vand eller andre livløse ting for. Stenens indre er absolut uinteressert i, at jeg kigger på den endsige sparker til den. Hvem gider for øvrigt plage en sten?

En myg derimod har en kun alt for velkendt interesse i at finde frem til et varmt blødt sted, hvor den kan stikke. Takket være noget inde i myggen virker

det, der er uden for, dragende på den. Det er i denne interesse, vi oplever livets essens, og når vi frygter dødens sekund, er det vel netop gysset ved tanken om, at al betydning vil ophøre.

Når vi søger at forstå livets oprindelse, er det også netop dette, der forekommer mest mærkværdigt. På samme måde som mønsteret i et tæppe ikke kan komme fri af tæppet, så kan livet ikke komme fri af sit miljø. At spørge om livets oprindelse er at spørge om miljøets oprindelse. Hvad der skal forklares, er livet som en udadvendt indvendiggørelse.

Nøglen må være overfladen, membranen. I Jordens urpløre – gætter jeg – dannedes der sværme af lukkede membraner omsluttende blandinger af proteinlignende forbindelser. Pointen er nu, at set fra membranens synspunkt var det indvendige i princippet lige så fremmed som det udvendige. Livets tilblivelse var – set i det lys – den proces, hvorved membranerne fik iscenesat deres indvendige fremmedhed på en så raffineret måde, at den bistod dem i at begå sig i fremmedheden udenfor.¹¹

Dannelsen af RNA eller DNA var givetvis vigtige skridt i denne proces. Men mest afgørende var membranens udvikling fra at være en simpel overflade til at blive en dynamisk grænseflade, et interface, som kobledede indersiden op på ydersidens kemiske netværk, miljøet.

Livet er i sandhed et overfladefænomen. Hos et menneske er der indvendige membraner nok til at fylde en flade på 5-10 km², og en trediedel af stofskiftets energiproduktion (i hvile) går til at opretholde disse indre overflader. Den uopmærkelige semiosis hen over disse vidtstrakte flader udgør livets aktive komponent. Genomet er i den sammenhæng snarere den passive komponent, biblioteket, hvor de nødvendige instruktioner er opbevaret.

Noter:

- 1** Kauffman, S. (2000). *Investigations*. Oxford/New York: Oxford University Press, p. 152.
- 2** Diderot, D. 1994. *Oeuvres complètes*, éd. L. Versini, vol. 1. Paris: Robert Laffont, coll. Bouquins' p. 1283
- 3** Ibid., p. 618
- 4** Automatforklaringen er selvfølgelig naturlig selektion. Men som vi skal se, er den forklaring problematisk.
- 5** Ligevægt er en tilstand, hvor der ikke kan ske mere, som når pendulet står stille i nederste position. For et levende væsen ville ligevægt være ensbetydende med død, at intet mere vil foregå.
- 6** Jeg har beskrevet denne udvikling næjere i en klumme i Weekendavisen: "Hinsides genet", *Ideer*, 3. december 2010.
- 7** Darwin, C. (1972 [1859]). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life*. London: J.M. Dent & Sons, side 463
- 8** Ibid. Passagen blev indføjret i 6. udgave, 1972
- 9** <http://jhoffmeyer.dk>
- 10** *En snegl på vejen*, Rosinante 1993; *Biosemiotik. Om livets tegn og tegnenes liv*, Ries Forlag 2005; *Tro på tvivl*, Ries Forlag 2009; samt *Overfladens vidunder. Evolution: Da kroppen blev psykisk*, Ries Forlag 2012.
- 11** Indrømmet, her er vi allerede igang med det teleologiske sprog. Den amerikanske antropolog og neurobiolog Terrence Deacon har udviklet en computersimuleret model for, hvordan termodynamik har kunnet blive til morfodynamik og videre til teleodynamik. Hele problemstillingen er beundringsværdigt godt behandlet i hans nysudkomne bog "Incomplete nature" (Terrence Deacon: *Incomplete Nature. How Mind Emerged from Matter*, New York: Norton 2011).