



Ekstraopgaver til kapitel 1 – Biologiske systemer

Hvad er liv? Definitioner, modeller eller paradigmer

Hvad er det helt præcist der adskiller liv fra ikke-liv? En skudsikker definition på liv vil være nyttigt, fx hvis man skal kunne afgøre om et fænomen man finder på en anden planet, er liv eller ej. Der er gjort flere forsøg på at formulere en kort definition på liv. På side 26 er nævnt en definition som er blevet formuleret i regi af NASA. Som nævnt kan man dog altid finde undtagelser fra definitionen. Derfor er det i stedet blevet mere almindeligt at udforme forskellige modeller, som beskriver væsentlige sider af liv. De modeller der opstilles, er samtidig præget af at opfattelsen af liv, forskningsmæssigt kan skifte fokus over tid, fx med nye opdagelser. Det sidste betyder at vi i perioder vil have forskellige paradigmer for hvordan vi opfatter liv. Side 26 opsummerer tre forskellige paradigmer i forståelsen af liv, som har præget biologien. I teksten nedenfor er paradigmerne uddybet og suppleret med lidt flere eksempler.

Opgaver

1. Kategoriser følgende i hver sin kasse, levende eller ikke-levende: Sten, flue, bøgetræ, muldyr, solen, hår, virus, computerprogram, robot, mobiltelefon, en netop død hest.
2. Notér hvilke kriterier du har anvendt for at afgøre hvor genstandene hørte hjemme.
3. Overvej om der er et kriterium, du kan anvende generelt.
4. Lav en søgning på forskellige definitioner på liv. Diskutér om der vil være eksempler hvor definitionerne kommer til kort.
5. Overvej hvilke definitioner af liv du anvender, når du kategoriserer i opgave 1.
6. Overvej hvilke af de tre paradigmer i bogen du har trukket på når du kategoriserer.
7. Vurdér eksemplerne i boks 1.1 og boks 1.3. Arbejder man i de to eksempler ud fra en definition af liv eller ud fra en model for liv?

Paradigmer for liv gennem biologiens historie

Liv er besjæling

Europæisk og dermed naturvidenskabelig tænkning er stærkt præget af antikkens naturfilosofi. Den græske filosof Aristoteles (384-322 f.Kr.) inddelte verden i kategorier, som fremgår af figur 1. Levende organismer adskiller sig fra ikke-levende ved at være besjælede med liv. Herved har de en særlig faktisk form, som gør at de har de egenskaber, levende organismer nu har. Aristoteles mente i modsætning til fx filosofen Platon (427-347 f.Kr.) ikke at sjæl og krop kan adskilles.

Liv er mekanik (figur 24a)

Den moderne naturvidenskabs første århundreder, fra 1500-tallet og frem, var præget af et mekanistisk verdensbillede. Verdensbilledet havde rødder i Aristoteles naturfilosofi om at verden er i konstant bevægelse, som igangsættes af en primær bevæger. Det syn blev i den tidlige middelalder kombineret med en kristen verdensopfattelse af filosofen Thomas Aquinas (1225-1274), der opfattede den primære bevæger som Gud der havde igangsat verden ved skabelsen. Thomas Aquinas, som var en af middelalderens betydeligste teologer og filosoffer arbejdede på den måde med at forene den græske naturfilosofi, særligt filosofen Aristoteles tanker med kristendommen. I hans optik satte Bibelen en ramme for vores forståelse af verden, men vil man forstå dens indretning og natur dybere, må man gøre det vha. en videnskabelig erkendelse, på dette tidspunkt naturfilosofi. På den baggrund forstås Bibelens skabelsesberetning sådan, at universet er skabt med en orden, af en gud der selv står udenfor universet. Universet og planeternes baner, kunne på den baggrund beskrives matematisk, og bevægelserne kunne forudsiges ved hjælp af de fysiske naturlove.

Det kom særligt til udtryk hos filosofen René Descartes (1596-1650) der gav navn til den cartesisk-



mekanistiske naturopfattelse. Den fysiske verden kan opdeles i enkeltdele, som påvirker hinanden ved de fysiske bevægelseslove. Bevægelserne er nok sat i gang af Gud, men sker herefter ved sekundære årsager, dvs. ved at de påvirker hinanden uden Guds direkte indblanding. En levende organisme kan ifølge dette verdensbillede på samme måde betragtes som en fysisk maskine, som figur 24a viser. Det betød samtidig, at liv og levende organismers funktionsmåde, fx menneskekroppen, hermed kunne beskrives uden at opfatte dem som besjælede, men som styrede af naturlove. Til gengæld mente Descartes, at mennesket med sin bevidsthed havde en ikke-fysisk sjæl. Descartes tanker fik stor betydning for fremkomsten af den moderne naturvidenskab.

Liv er energiomsætning (figur 24a)

I 1800-tallet blev naturvidenskaberne præget af en klarere forståelse af kemi og termodynamik, dvs. den måde energi omsættes gennem kemiske processer. Friederich Wöhler (1800-1882) fremstillede i 1819 det organiske stof urea (urinstof) i laboratoriet ud fra uorganiske stoffer. Dermed viste han at organiske stoffer ikke kun kunne fremstilles af levende organismer, som man ellers antog. Det førte til den opfattelse, at liv kan forklares ved kemiske processer, som omdanner energi. Ligesom damplokomotivet i figur 24a omsætter kemisk energi i brændstoffet til bevægelsesenergi, kan liv forstås som en samling af kemiske processer, som omsætter energi fx fra føden eller for planternes vedkommende lysenergi fra solen.

I midten af 1800-tallet var der grundlæggende to fløje i opfattelsen af liv. Vitalisterne fastholdt at levende organismer indeholder en særlig livskraft, og de stod derfor i modsætning til dem der mente af liv kunne forklares som en samling af kemiske stoffer og processer. Det lykkedes imidlertid aldrig at påvise et særligt vitalistisk element i levende organismer, og 1900-tallet blev præget af en materiel, fysisk-kemisk opfattelse af liv.

Liv udvikler sig ved evolution

Darwins evolutionsteori som blev offentliggjort i bogen Arternes oprindelse i 1859, kom til at ændre opfattelsen af levende organismer. Hvor man med rødder i Aristoteles tænkning havde opfattet arterne som konstante over tid pga. hver arts iboende egenskaber, skete der et skift fra et sådan statisk artsbegreb til et dynamisk. Et dynamisk artsbegreb er den opfattelse at arter forandrer sig med tiden så der kan opstå nye arter. Der opstår variation indenfor en art. Naturlig selektion medfører, at nogle typer udvælges, og arten kan ændre sig eller deles i flere arter. Det evolutionære paradigme har været dominerende i opfattelsen af liv indenfor biologi lige siden. Ideen om at levende organismer udvikler sig var ikke Darwins opfindelse. Fx var den tidligere formuleret af naturvidenskabsmanden René Lamarck. For Lamarck var dette bl.a. andet en løsning på det problem, at man kunne observere uddøde arter fra fortiden. Det ville jo være i konflikt med Aristoteles' opfattelse af at arterne var konstante med iboende egenskaber. Hvis der var foregået en udvikling fra art til art, ville de netop hverken uddø eller forsvinde, men blot videreføres i en nu form. Darwins bidrag var først og fremmest at formulere hvordan evolutionen kan foregå ved materielle processer, variation og selektion. Det underbyggede desuden en materiel opfattelse af liv i modsætning til en vitalistisk.

Liv er informationsbearbejdelse (figur 24b)

Watson og Cricks beskrivelse af DNA-molekylet i 1953 førte til en forskningsmæssig revolution. I løbet af de næste 20 år beskrev man den genetiske kode, fik en forståelse af det informationsflow der sker i cellen og den kontrol DNA udøver på cellens liv. I 1990-2003 kortlagde man menneskets DNA i det såkaldte Human Genome Project (HUGO). Man identificerede en række genetiske varianter, som var relaterede til bestemte sygdomme. I samme periode fik man en voksende viden om den regulering der sker af gener og genernes kontrol af fx kroppens udvikling. Resultatet var et informationsbiologisk paradigme, som kan sammenlignes med mobiltelefonen i figur 24b: Cellen styres af genetiske programmer og information. I kapitel 3 uddybes det centrale dogme, dvs. at det grundlæggende informationsflow i cellen er fra DNA via RNA til proteinerne, som udfører processerne i cellen. Paradigmet betød på den baggrund en stærk vægtlægning på DNA som styrende for organismen. Det udartede sig bl.a. i en stærk vægtlægning på genernes betydning for vores egenskaber. Genetisk determinisme lægger fx vægt på at også vores adfærd og vores valg bestemmes af de gener vi har, og i nogle versioner ses generne som selvstændige enheder som benytter organismen til at fremme egne interesser. Et eksempel på dette er udtrykket "The selfish gene", formuleret af evolutionsbiologen Richard Dawkins i bogen af samme navn (2. udgave, Oxford University Press, 1989).



Liv er autopoietiske systemer

Levende organismer har tilsyneladende deres eget drive eller formål med det de gør. De kan opretholde sig selv, producere sig selv og reproducere sig selv på måder, som nok består af kemi og nok følger fysikkens love, men som ikke kan forstås tilstrækkeligt bare fordi man forstår deres kemi og de fysiske love. Det har fx ikke været muligt at pege på en naturlov som forudsiger, at liv skulle opstå. Der har ført til en kritik af et fysisk-kemisk paradigme: Levende organismer må forstås på deres egne præmisser, og biologien må formulere mere selvstændige teorier for hvad liv er. Et svar kan være at anskue levende organismer som autopoietiske, dvs. selvproducerende, selvreproducerende systemer, som undergår evolution. Det er bl.a. kernen i et systembiologisk paradigme. Figur 126b side 111 gengiver en model for et sådan autopoietisk system. Det bygger på en model, chemoton-modellen, formuleret af den ungarske biokemiker og biolog Tibor Gánti (1933-2009).