



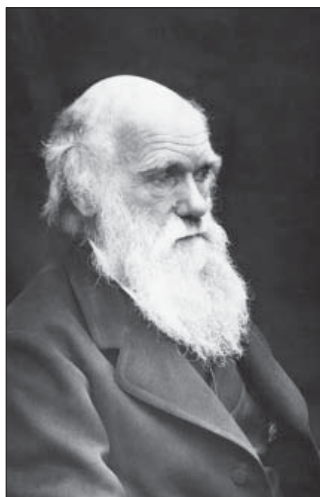
Evolutionslæren

At alt liv er beslægtet, og at der findes en mekanisme, der kan forklare udviklingen af kompleksitet uden behov for en "intelligent designer" er den vigtigste erkendelse i biologiens historie.

Af Tom Fenchel

■ Evolutionslæren (eller evolutionsteorien) er erkendelsen af, at det mangfoldige liv, vi ser i verden i dag, er et resultat af en umådelig lang udviklingshistorie, og at den drivende mekanisme for denne udvikling er den naturlige udvælgelse.

Evolutionsteorien har altså to sider: en historisk og en mekanistisk. Den historiske side af evolutionsmekanismen omfatter den erkendelse, at alle levende organismer er beslægtede, og at arterne har ændret sig over geologisk tid. Denne indsigt var i vid udstrækning opnået inden Charles Dar-



Charles Darwin (1809-1882)

win (1809-1882) publicerede sit berømte værk *Om arternes oprindelse* i 1859.

Man havde fået et grundigt kendskab til tidligere geologiske perioders dyre- og planteliv, og selv om man dengang ikke havde mulighed for en absolut aldersbestemmelse, var man klar over, at geologisk tid var meget længere end den bibelske tradition. Det stod også datidens biologer klart, at organismer havde ændret sig gennem tiden, og at den zoologiske og botaniske systematik var mere end blot et klassifikations-system.

Evolutionens mekanisme

Den anden side af evolutionsteorien omhandler den mekanisme – dvs. naturligt udvalg – der driver evolutionen. Darwin gav mange vægtige bidrag inden for biologi og geologi, og der i blandt vægtig dokumentation for evolutionens realitet. Men den største enkeltindsats var, at han foreslog en evolutionsmekanisme, som forklarer arternes ændring over tid – en mekanisme, der også forklarer udviklingen af kompleksitet uden behov for en "intelligent designer". Denne erkendelse er den vigtigste i biologiens histo-

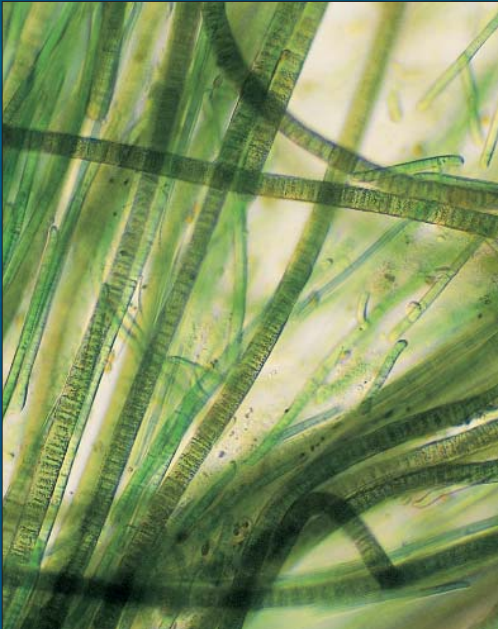
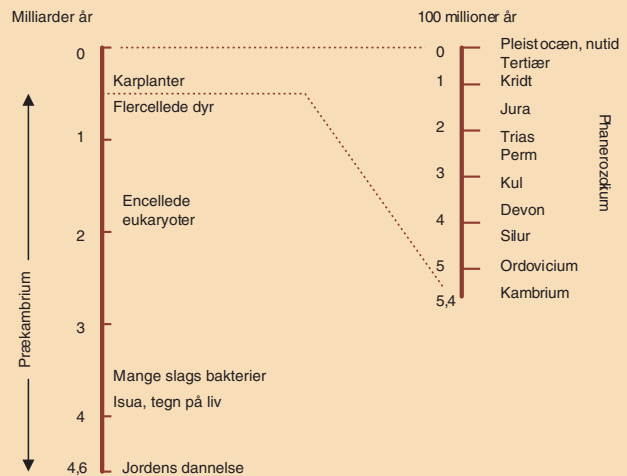


Foto: Tom Fenehel

Livets tidstavle



Oversigt over geologisk tid med de mest betydningsfulde udviklingstrin i livets historie. Flercellede dyr (og dermed det meste af den evolution, som man almindeligvis har i tankerne) er sket inden for den phanerozoiske periode (de seneste ca. 540 millioner år). Over ufatteligt lange tidsperioder fandtes kun mikroorganismer og evolutionen var præget af "stasis", dvs. at naturligt udvalg virker stabiliserende på nogle optimale typer af organismer.

Livets opståen

– det største spørgsmål af alle

Ingen kan i dag sige, hvordan livet opstod. Man ved, at livet opstod tidligt i Jordens historie – en rimeligt antagelse er at det skete omkring 4 milliarder år siden. Det menes at tidligere var Jorden for ugæstfri overfor liv. På den anden side har man direkte vidnesbyrd om, at liv fandtes for ca. 3,8 milliarder år siden (Solsystemets alder er ca. 4,6 milliarder år.)

Man kan imidlertid alligevel godt sige noget fornuftigt om livets opståen, og beskæftigelse med problemet giver indsigt i, hvad liv er. Problemet er, at der er to karakteristiske hovedtræk ved liv: energistofskifte og et genetisk system. Diskussionen har i høj grad delt sig mellem dem, der mener "stofskifte først" og dem, der mener "genetik først". Men i virkeligheden er et genetisk system, som f.eks. RNA-molekyler, der deler sig, afhængig af energitilførsel (og byggesten). Og omvendt er kemiske processer, der måske nok ligner dem, der foregår i levende celler, ikke liv: de kan ikke udvikle sig videre gennem Darwinistisk selektion.

De første seriøse forsøg på at forstå livets oprindelse er Oparin-Haldane-hypotesen om spontan dannelse af organiske molekyler i en iltfri atmosfære – og senere Miller-Urey's påvisning af, at dette faktisk kan finde sted (populariseret som "ursuppen"). Dette er ikke en forklaring på livets oprindelse, men måske af det kemiske miljø, hvori liv kunne være opstået. Siden 1950'erne har man gjort en del fremskridt ad denne vej.

Genetik-først skolen har specielt interesseret sig for "RNA-verdenen". Det har vist sig, at RNA-molekyler dannes spontant i en suppe af nukleotider og med passende katalyse. Sådanne "kulturer" af relativt korte RNA-molekyler kan replicere, mutere og undergå Darwinistisk evolution. Der er dog stadig betydelige vanskeligheder med denne model – og der er umådelig langt fra disse eksperimentelle systemer og til den kompleksitet, som de simpleste former for liv vi kender (dvs. en bakteriecelle) udviser.

rie, og dens grundlæggende træk står uantastet i dag efter næsten halvandet århundrede.

Darwins argument var, at der altid findes et overskud af nyfødte individer og dermed en konkurrence om ressourcerne imellem. I denne evige kamp for eksistensen er det individer med de mest fordelagtige egenskaber i den givne situation, der vil klare sig bedst og efterlade mest levedygtigt afkom. Derved vil disse individer i længden udkonkurrere individer med mindre fordelagtige egenskaber og blive hyppigere. Herved kan karaktertræk

og adfærd gradvist ændre sig i bestandene og i arten som helhed.

Hvilke egenskaber, som er gunstige, er imidlertid ikke entydigt, men vil afhænge af de konkrete miljøforhold og de aktuelle biologiske konkurrenter, fødeemner og fjender. Bestande af samme art, der er isolerede fra hinanden af fysiske eller biologiske barrierer, kan derfor over tid udvikle sig i forskellige retninger. På et tidspunkt kan bestandene have adskilt sig så meget fra hinanden, at de ikke mere kan forplante sig gensidigt, og de er dermed blevet

Foto: Carsten Broder Hansen



Livet er mangfoldigt. Her er vist nogle få eksempler. Mus, elefant, gobel, en uddød trilobit og nogle bakterier.

til forskellige arter. En art kan som sådan langsomt ændre sig over årmillionerne eller i andre tilfælde holde sig forbavsende konstant.

En samlende ramme

Darwin kunne ikke forklare, hvorfor der opstår variationer i bestandene, som den naturlige udvælgelse kan virke på. Han og samtiden kendte ikke det

arvelige grundlag for organismernes egenskaber. Først med genopdagelsen af Gregor Mendels arvelighedslove i år 1900 og genetikens udvikling herefter, var vejen banet for en syntese af evolutionsteorien og genetikken – også kendt som *neodarwinismen*.

Fra midt i 1900-tallet har interessen især samlet sig om at integrere molekylærbiologien i evolutionsbiologien. Biologiens enorme dyk ned i den grundlæggende biokemi, i DNA's opbygning og i principperne for reguleringen af genernes aktivitet og oversættelse til konkrete molekyler, karaktertræk og sygdomme har kun styrket evolutionsteorien yderligere.

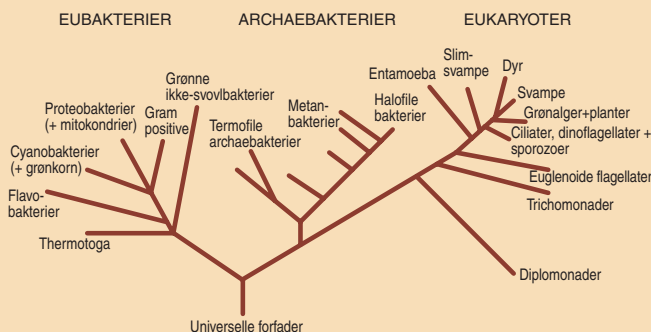
Evolutionsteorien fremstår dermed i dag som den samlende ramme for vores forståelse af alle biologiske fænomener. Den har også givet mennesket en forståelse af dets plads i naturen, idet den gør os til en naturlig, integreret del af dyrelivet og ikke til en enestående art, skabt i Guds billede. Endelig spiller evolutionsteorien også en rolle i vores dagligliv, da man for eksempel må tage hensyn til evolutionens realitet i kampen mod sygdomsfremkaldende bakterier, der udvikler resistens overfor antibiotika. ■

Om forfatteren



Tom Fenchel er professor ved Marinbiologisk Laboratorium Københavns Universitet Strandpromenaden 5 3000 Helsingør
Tlf.: 4921 3344
E-post: tfenchel@bi.ku.dk

Livets stamtræ



Siden Darwins tid er der gjort mange forsøg på at konstruere et universelt stamtræ over livet på Jorden. Sådanne stamtræer vil tage sig forskelligt ud, afhængigt af, hvad slægtskabsanalysen er baseret på. Her ses et eksempel på et sådant stamtræ, som er baseret på forskellige organismerne imellem i et bestemt stykke RNA (kaldet 16S-rRNA). Ifølge dette stamtræ består livet af tre domæner: eubakterier og archaeobakterier (tilsammen prokaryoter eller blot bakterier) og eukaryoter. Til eukaryoterne hører en lang række encellede udviklingslinier samt planter, dyr og svampe.

Mere læsning

Tom Fenchel: *Det første liv*. Gads Forlag 2000.

Stamtræets udvikling, Aktuel Naturvidenskab nr. 4/2002.

E. Mayr: *What evolution is*. Basic Books, New York, 2001.