

# Indhold

Introduktion .....	7
1. Big Bang og det finindstillede univers .....	19
2. Information og livets tilblivelse .....	39
3. En fabrik der bygger fabrikker, der bygger fabrikker, der .....	69
4. Ikke-reducerbar kompleksitet og evolution .....	93
5. Biologiens Big Bang: Den kambriske eksplosion .....	131
Slutnoter .....	159
Illustrationer og billeder .....	181
Anbefalet til videre studier .....	183
Om forfatterne .....	184
Register .....	186



# En tak

Ved et nyligt afholdt videnskabeligt seminar udtrykte undertegnede et ønske om at udgive en opdateret, letlæselig redegørelse for forskningen i livets oprindelse – en fremstilling, hvor der blev lagt vægt på nogle af de spændende opdagelser, der har pustet nyt liv i debatten om, hvordan livet og universet er blevet til. Ideen blev grebet af tre af de andre deltagere på seminaret og en anden kollega. De er alle dygtige formidlere med fokus på hver deres del af spørgsmålet: elektroingeniør Robert Alston, softwaredesigner og designteoretiker Eric Anderson, professor i biologi Robert Waltzer og marinebiolog Paul Chien.

Jeg skylder alle de fire ovennævnte stor tak i forbindelse med denne udgivelse. En særlig tak til Eric Anderson, som har koordineret projektet og selv bidraget med en artikel, og til min medredaktør Jonathan Witt, hvis ildhu og erfaring fik os i mål. Tak også til Brian Cagne for at have designet omslaget.

Det kræver altid mange arbejdstimer og udkast og revideringer at skabe en bog, og derfor skal der også lyde en tak til de mange kolleger, gennemlæsere og korrekturlæsere, som jeg ikke vil nævne ved navn her. Enhver fejl i bogen må vi selv tage ansvaret for.

Tak også til vores familier for deres støtte under arbejdet med bogen, og tak til dig, kære læser, fordi du har valgt at deltage i denne opdagelsesrejse.

*Thomas Y. Lo*



# Introduktion

*Thomas Y. Lo*

Hvor stammer vi fra? Hvordan opstod livet? Har universet en begyndelse? Hvordan blev det til? Den slags spørgsmål har rumsteret meget i mit hoved. Jeg forelskede mig i den moderne videnskab, men forblev længe uvidende om visse nye, videnskabelige opdagelser, som kaster nyt lys over disse gamle mysterier.

Jeg blev født i Nanjing i Kina som den tredje af fire børn. Da jeg var to år gammel, flyttede vores familie til Taipei i Taiwan, og her tilbragte jeg min barndom og mine tidlige teenageår. Min mor var først hjemmegående, men uddannede sig senere som regnskabsfører og arbejdede på en privat high school for piger for at supplere familiens indkomst. Min far var officer, og den disciplin og orden, som han mødte på arbejdet, indførte han også i vores hjem. Det gjorde det stressende at leve i familien: vi var hele tiden meget opmærksomme på ikke at være ulydige mod min far og ikke at skuffe ham. Da jeg var omkring ti år gammel, omvendte min familie sig til kristendommen. Min far blev mindre streng, og vores familieliv ændrede sig til det bedre. Det var en god tid.

Da jeg var tolv, deltog jeg i en menighedslejr. Der deltog mere end hundred mennesker i forskellige aldre fra 11 til 82; en blanding af college-studerende, unge forretningsfolk, pensionister m.fl. Lejren varede en uge, og den sidste aften havde hele menigheden en uforglemmelig åndelig oplevelse. Det blev den direkte anledning til, at jeg besluttede mig for at lade mig døbe. Men selv om jeg følte, at jeg havde haft en ægte åndelig oplevelse, måske endda været vidne til et

lille mirakel, forblev jeg skeptisk over for Bibelens mirakler. De virkede så store og voldsomme og forskellige fra det, jeg oplevede i mit eget liv. Kunne de virkelig have fundet sted? Hvordan kunne jeg tro på det, der blev fortalt om i Gammel Testamente og Ny Testamente, hvis ikke det blev bekræftet af objektive, videnskabelige fakta?

I mine teenageår voksede min tvivl sig større. Jeg blev drillet af mine klassekammerater for min tro, og mine lærere talte nedsættende om kristendommen. Det var ubehageligt og irriterende.

Da jeg begyndte på college, drev konflikten i mit sind mig væk fra troen. Udadtil opførte jeg mig stadig som en kristen, men i mit indre var jeg mere end lunken. Jeg boede stadig hjemme og måtte stadig gå i kirke med resten af familien, og jeg kom i kristne fællesskaber på mit college. Konflikten mellem mit ydre og mit indre liv tog hårdt på mig følelsesmæssigt. Jeg havde ingen glæde i livet.

De store spørgsmål formørkede mit sind: Hvad er meningen med livet? Hvorfor eksisterer jeg? Hvad skal jeg gøre med mit liv? Jeg fordybede mig i eksistentialetisk og buddhistisk litteratur, men fandt ingen tilfredsstillende svar på mine spørgsmål, og det gjorde mig frustreret og deprimeret. Jeg opgav ikke min søgen efter mening og formål, men begyndte at søge svar uden for det åndelige og det religiøse. Det gav pote: Jeg fandt de svar, jeg havde søgt.

Det troede jeg i hvert fald.

Da jeg i mit tredje år på college begyndte at studere fysik og hørte min professor beskrive, hvordan elektroner, protoner og neutroner opfører sig i et atom, blev jeg helt forelsket i den nye verden, der her åbnede sig for mig. Parallellen<sup>1</sup> mellem galaksernes bevægelser i det uendelige rum og min professors beskrivelse af de mindste elementarpartiklers bevægelser i atomet fascinerede og fængslede mig.

Jeg fattede kærlighed til videnskabelig teori og videnskabelig praksis og blev i stand til at lægge de dybe spørgsmål til side for en tid. Mine efterfølgende studier af astronomi, geologi, genetik og videnskabs-historie førte mig imidlertid tilbage til spørgsmålene.

Videnskaben rejste de store spørgsmål på ny, men nu følte jeg mig i godt selskab. Omkring femogtredive år før jeg begyndte at studere fysik, havde Albert Einstein kæmpet med at fastholde sin tro på et statisk og evigt univers – et univers, der ikke var skabt, men altid havde eksisteret. Einstein måtte dog revidere sin opfattelse af universet, da han blev præsenteret for nye videnskabelige opdagelser, ikke mindst de fjerne galaxers Doppler-agtige rødskitte, som Edwin Hubble og andre astronomer opdagede.

I januar 1931 inviterede Hubble Einstein til at besøge Mt. Wilson observatoriet i Californien for at se Hubbles arbejde med rødforskydningen. På et berømt billede fra besøget ser man Einstein stå og se ind i det massive 100-tommers Hooker teleskop,<sup>2</sup> som dengang var verdens største teleskop. Denne i dag så berømte scene, hvor man ser Einstein skue op mod de fjerne galakser, mens Hubble står lige bag ved ham med et højtideligt udtryk i ansigtet og sin pipe i hånden, var mere en opstilling for mediernes skyld, end det egentlig repræsenterede videnskabelig observation, men billedet er blevet betegnende både for den virkelighed, at universet udvider sig, og for Einsteins vilje til at acceptere de videnskabelige kendsgerninger og tage konsekvenserne af disse, også når de modsagde hans hidtidige forståelse af tingene.

De flygtende galakser og det rødskitte, de afføder, skabte en formodning om, at universet havde en begyndelse. Denne begyndelse kalder vi i dag ”Big Bang” og forestiller os den som et dramatisk skabelsesøjeblik. I dag undrer jeg mig over, at konsekvenserne af denne højst overraskende opdagelse – ikke mindst hvordan opdagelsen med ét slag annullerede den konventionelle opfattelse af universet som evigt – ikke blev tildelt en fremtrædende plads i mine lærebøger eller understreget i undervisningen på mit college. Havde jeg kendt til dette magtfulde kosmologiske vidnesbyrd om en skabelse *ex nihilo* (af intet), kunne det måske have sparet mig for nogle af mine anstrengende livtag med de store spørgsmål. Det forestiller jeg mig i hvert fald.

Opdagelsen af, at universet rent faktisk havde en begyndelse, blev efterfulgt af en række opdagelser inden for fysik, kemi og astrono-

mi, som viste, at de fysiske og kemiske love og konstanter er meget fint indstillede til at muliggøre liv i universet – så fint indstillede, at det efterlader et stærkt indtryk af, at de er indstillet med livet for øje.

Astronomen og nobelprisvinderen Arno Penzias formulerer det på denne måde: ”Astronomien fører os til en enestående begivenhed: et univers, som er blevet skabt af intet, og som er meget nøje afstemt til at skabe de forhold, der tillader liv ...”<sup>3</sup>

Selv om kendskabet til disse videnskabelige opdagelser er mere udbredt i dag end for tredive-fyrré år siden, forbliver mange mennesker uvidende om de nærmere detaljer og de potentielle implikationer af disse opdagelser. Selv om videnskabelige lærebøger omtaler Big Bang eller universets finindstilling, gør de det ofte på en overfladisk og ensidig måde, der nedtoner betydningen. Det er næsten, som om lærebøgernes forfattere ikke vil have deres læsere til at åbne døren og træde ind. Det er uheldigt, for der er fascinerende viden at finde inden for døren – en viden, som er ladet med ledetråde til vores egen oprindelse, hvad der har eksisteret før os, og hvad der måske findes uden for universet. I næste kapitel vil vi træde ind gennem den dør og se os omkring.

## Information og livets oprindelse

I det tyvende århundrede, mens fysikere og kosmologer søgte at trænge til bunds i nogle af universets gåder, var forskere ingen for andre faggrupper optagede af at søge svar på spørgsmålet om information og informationens betydning for livets tilblivelse. Med det ene ben i biokemien og det andet i computervidenskaben søgte man større forståelse.

I 1948, fem år efter at den første computer med radiorør blev bygget, blev transistoren opfundet af tre fysikere: John Bardeen, William Shockley og Walter Brattain. Samme år udgav Claude Shannon ”A Mathematical Theory of Communication”,<sup>4</sup> som gav ny vigtig ind-

sigt i det, der siden blev kendt som informationsteori. Shannon introducerede også ordet ”bit” som den grundlæggende informationsenhed i programmering og kommunikation. Begge disse videnskabelige fremskridt var med til at føre elektronikindustrien ind i den moderne digitale tidsalder. Hvad disse videnskabsmænd ikke kunne vide, var, at den digitale tidsalder, som de var med til at indvarsle, en dag ville hjælpe forskerne til forståelse af biologiske systemer og give os indsigt i et af de mest grundlæggende spørgsmål, jeg havde tumlet med i min college-tid: spørgsmålet om livets oprindelse.

I 1952 udførte Rosalind Franklin ved King’s College i London banebrydende forskning i DNA’ets struktur ved hjælp af røntgenkrystallografi. Baseret delvist på Franklins forskning gjorde James Watson og Francis Crick samme år den berømte opdagelse, at DNA er formet som en snoet stige; det, vi i dag kalder en dobbelt helix.

Ud over opdagelsen af helixstrukturen kunne Watson og Crick også konstatere, at DNA’ets fire grundelementer – forkortet som A, T, C og G – udelukkende ville forefindes i par som A-T og C-G. Den elegante kemiske struktur fik Watson og Crick til at foreslå en ”mulig kopieringsmekanisme” for DNA,<sup>5</sup> hvor det lange DNA-molekyle indeholder et stort antal mulige sekvenser af A-T og C-G kombinationer, som kan bære arvelig information. Det viste sig, at Watson og Crick havde ret i begge dele, og deres opdagelse blev et vendepunkt i forståelsen af alle de levende organismer.

Yderligere forskning bekræftede, at DNA og andre molekyler i cellen reagerer formålsbestemt og ikke tilfældigt, lidt lige som en mikrocomputer, der udfører et sæt instruktioner. Cellen har endda systemer til at reparere DNA, der er blevet beskadiget af udefra kommende kræfter, ligesom en algoritme til at rette fejl i et computerprogram.

Opdagelsen af DNA’ets struktur og cellens informationsbehandling og reparationsmekanismer forandrede for altid vores forståelse af livets oprindelse. Ved Big Bang var der opstået masse og energi, men uden genetisk information eller koder, hvor var informationen til skabelsen af liv så oprindeligt kommet fra? Dette spørgsmål har

redet forskningen som en mere lige siden. I kapitel 2 og 3 vil vi se nærmere på spørgsmålet og sammenligne nogle af de konkurrerende forklaringer.

## Evolution og ikke-reducerbar kompleksitet

Så er der spørgsmålet om den senere fremkomst af liv. Det kan formuleres på denne måde: Da den første levende organisme var en realitet, hvordan blev alle de andre livsformer vi ser i dag så til?

Den standardforklaring, jeg blev præsenteret for under min uddannelse, var, at det hele udviklede sig 'i blinde' ved den ene lille, tilfældige variation efter den anden, over milliarder af år. Det er teorien om udvikling ved hjælp af variation og naturlig udvælgelse, som Darwin og Alfred Russel Wallace fremsatte for 160 år siden, og som i det følgende århundrede blev udbygget til at operere med den moderne genetik.

Jeg var ikke i tvivl om, hvad denne teori indebar. Vi mennesker var ikke kulminationen på en målrettet, meningsfuld proces. Vores eksistens havde ikke noget formål. Universet havde bare 'bøvset os op'. Hvis vi skulle finde nogen mening med livet, måtte vi selv frembringe den.

På det tidspunkt vidste jeg ikke, at meget af det, jeg lærte om evolution, ikke var sandt, og at der manglede mange væsentlige oplysninger. Ingen ulejlignede sig for eksempel nogensinde med at fortælle mig, at Wallace, da han fremsatte teorien om tilfældig variation og naturlig udvælgelse samtidig med Darwin, insisterede på, at der også måtte være en kreativ intelligens involveret. I Wallaces øjne var en blind evolutionær proces drevet af tilfældige variationer og naturlig udvælgelse ikke i stand til at forvandle abelignende væsner til mennesker med menneskets enestående evner til tale og ræsonnere og være kunstneriske.<sup>6</sup> Wallace var ikke kristen eller bibeltroende, så han var ikke ude på at skære videnskaben til, for at den kunne passe med en

bestemt læsning af Første Mosebog.<sup>7</sup> Han nåede tilsyneladende frem til sit standpunkt udelukkende ved at vurdere de videnskabelige fakta.

En anden ting, som ingen af mine lærebøger fandt værd at nævne, var sandheden om den tyske zoolog fra det nittende århundrede Ernst Haeckel og hans klassiske embryo-tegninger. Haeckels tegninger af forskellige væsners embryoer (tidlige fostre) blev længe helt rutinemæssigt fremført i high school og college som et bevis for, at mennesker nedstammede fra fiskelignende forfædre. Tegningerne havde været gengivet i så godt som alle lærebøger i næsten 150 år. Det har imidlertid vist sig, at Haeckels tegninger er så upræcise,<sup>8</sup> at man ligefrem må mistænke ham for bevidst bedrag.<sup>9</sup> Dette vidste man allerede, da jeg gik i high school og på college, men det blev simpelthen ignoreret. Nu er man endelig ved at gøre op med denne fejl,<sup>10</sup> men vi må se, hvor længe det vil vare, før lærebøgerne begynder at fortælle den fulde sandhed om sagen.

Spørgsmålet er, hvorfor det skal være så svært at få åbenlyse videnskabelige fejl som denne rettet i vores uddannelsessystemer? De moderne versioner af Darwins teori er stadig det gældende paradigme, hvad angår en forklaring på, hvornår alle de forskellige arter er opstået i livets historie. Den, der vover at udfordre dette paradigme, kan forvente hårdnakket modstand. Den gode nyhed er, at førende biologer efterhånden synes indstillet på at diskutere nødvendige revisioner af evolutionsteorien. For eksempel har Dr. Gerd Müller, leder af afdelingen for teoretisk biologi ved universitetet i Wien, for nylig udtalt, at de videnskabelige fremskridt på forskellige områder kalder på gennemgribende forandringer af teorien.<sup>11</sup>

Andre dygtige forskere er villige til at gå endnu videre. For mere end tyve år siden kom jeg til at overvære en videnskabelig debat på PBS. Til min forbløffelse hørte jeg her dygtige og anerkendte forskere udfordre det traditionelle paradigme om evolution, ikke med udgangspunkt i Bibelen eller nogen religiøse forestillinger, men ene og alene ud fra de videnskabelige fakta. Især én forsker fremførte evidens fra molekylærbiologien, der udfordrede den traditionelle evolutionære

fortælling og – som han hævdede – syntes at støtte den formodning, at der var intelligent planlægning og formål involveret i forbindelse med de levende væsners fremkomst. Senere hørte jeg om bakteriernes flagel, en slags nanomotor med en lang piskelignende propel, der hjælper mange bakteriearter med at bevæge sig i deres vandige miljø. Dette fantastiske, diminutive stykke teknologi med dets mange indbyrdes forbundne og indbyrdes afhængige dele fascinerede mig.<sup>12</sup>

Var vekselvirkningen mellem mutationer og udvælgelse eller nogen anden blind og formålsløs proces virkelig i stand til at frembringe sådan et teknologisk vidunder? Det ser vi nærmere på i kapitel 4. I det kapitel skal vi også diskutere en mere grundlæggende udfordring for den moderne evolutionsteori, som har med forklaringen på kilden til den biologiske variation at gøre.

## Biologiens Big Bang

Forskning i, hvordan livet er opstået, involverer et studie af DNA og molekylære maskiner som bakteriens flagel, men de fossile fund i de geologiske lag har også relevans, herunder det, som vi nok tør kalde laget med de mest forbløffende fossile vidnesbyrd: det kambriske lag. Dette, det ældste fossilbærende lag, vidner om det, som man kan kalde ”biologiens Big Bang” eller ”den kambriske eksplosion”: den pludselige fremkomst af dyr fra alle de grupper, vi inddeler dyrene i. Det mest besynderlige ved det hele er, at disse dyr varierer meget fra hinanden, og at man ikke finder nogen ’forgængere’ til dem i noget underliggende lag – bortset fra nogle enkelte primitive svampe og lignende, som de kun kan være fjernt beslægtede med. Det er, som om dette virvar af besynderlige, havlevende dyr bare dukker op som lyn fra en klar himmel.

Allerede Darwin selv anerkendte for 160 år siden, at det, vi i dag omtaler som ”den kambriske eksplosion”, var en gåde, som udfordrede hans teori, og det er stadig en gåde den dag i dag. Hvad fortæl-

ler de biologiske lærebøger så om dette mysterium? Generelt får det ikke mange bemærkninger med på vejen, hvis ikke det da ligefrem forbigås i tavshed. Nogle forskere har spekuleret på, om en pludselig opvarmning af havvandet i den kambriske periode kan have øget mutationsraten dramatisk med hurtigere evolution til følge. Nogle forestiller sig, at magma-udbrud i havenes kløfter kan have ført store mængde næringsstoffer med sig, og at det har givet nye arter mulighed for hurtigt at udvikle sig. Andre igen tænker, at en forøgelse af iltmængden i atmosfæren har spillet en rolle, og nogle hævder hårdnakket, at denne pludselige eksplosion kun er tilsyneladende og må bunde i ufuldstændigheder ved de fossile lag. Intet af dette synes dog at give nogen tilstrækkelig forklaring på fænomenet, og der er ingen videnskabelig enighed i spørgsmålet.

For omkring tredive år siden fik jeg en chance for at lære mere om den kambriske eksplosion ved et universitetsarrangement i en teatersal. Det, jeg husker bedst fra arrangementet, er en professor, der talte om nogle kambriske fossiler, man havde fundet i Yunnan-provinsen i Kina – et helt ekstraordinært fund, der blot øgede mysteriet omkring den kambriske eksplosion.

For nylig var jeg så heldig at komme i kontakt med den marinebiolog, som præsenterede disse fund for tredive år siden, Dr. Paul Chien. I kapitel 5 fortæller han om sine personlige erfaringer fra besøg ved flere vigtige fundsteder for kambriske fossiler og forklarer, hvorfor han må konkludere, at den bedste forklaring på den kambriske eksplosion ikke er blind evolution, men formålsbestemt design.

## En vejledning til de forvirrede

Denne bog er tænkt som en kortfattet, let tilgængelig introduktion til det, der kan opleves som en forvirrende debat. Derfor indeholder noterne ikke bare henvisninger til videnskabelige værker, men også til YouTube videoer og andre ressourcer, der henvender sig til menne-

sker, som ikke på forhånd kender noget til disse emner. Mange af disse ressourcer nævnes også i det afsluttende afsnit: ”Til videre studier”.

Især tre begreber har været med til at skabe forvirring i debatten om livets oprindelse, og derfor vil vi gerne kort slå nogle ting fast.

*Materialisme* – I forbindelse med videnskaben vedrørende livets oprindelse refererer ordet materialisme til forestillingen om, at der ikke eksisterer andet end stof og energi. Inden for videnskaben og filosofien er en materialist ikke et menneske, som elsker store huse og hurtige biler, men en person, som hævder, at alting er et resultat af og i sidste ende kan forklares af det rent mekaniske samspil mellem energi og dele af materien. Der er nuancer i den materialistiske holdning, men i denne forbindelse vil det være nok at holde sig for øje, at ifølge det materialistiske verdensbillede er samspillet mellem materie og energi tilstrækkeligt – i sig selv, uden nogen planlægning, styring eller intelligent indgriben – til at forklare universet, livets tilblivelse og alle de levende organismer. Det spørgsmål, vi skal søge svar på i denne bog, er, om de nyeste videnskabelige opdagelser støtter denne opfattelse eller ej.

*Kreationisme* – I den almindelige kultur, inklusive nyhedsmedierne, refererer betegnelsen kreationisme normalt specifikt til forsvar for skabelsesberetningen, som vi finder den i Bibelens første bog, Første Mosebog. Kreationisme involverer også typisk forsøg på at forklare de geologiske lag med deres indhold af fossiler ud fra syndfloden, som den beskrives i Første Mosebog. Kreationisterne regner Bibelen for en autoritet og søger at forstå og fortolke de videnskabelige fakta og opdagelser ud fra Skriften. Denne bog er ikke et forsøg på at støtte eller kritisere eller forsvare nogen bestemt fortolkning af Bibelen. Vi ønsker blot at gøre rede for, hvor vi står i dag rent videnskabeligt. Selv om vi derfor ikke vil diskutere kreationisme, er det vigtigt for læseren at forstå, hvad betegnelsen typisk dækker over, og hvordan kreationismen adskiller sig fra både materialismen og intelligent design.

*Intelligent design* – Ifølge teorien om intelligent design er der en række træk ved universet og ved de levende væsner, som bedre kan for-

klares ved intelligent aktivitet end ved tilfældige og blinde, naturlige processer. I en bredere forstand er intelligent design videnskaben om at erkende design, og den arbejder med at genkende mønstre, som er resultatet af en intelligent aktørs formålsbestemte virke. Det videnskabelige arbejde, som består i at genkende design-mønstre, har relevans inden for så forskellige fagområder som arkæologi, retsmedicin, bedrageriefterforskning og fysik. Intelligent design kan være foreneligt med én eller flere religiøse overbevisninger, men indeholder i sig selv ingen religiøse argumenter. Intelligent design beskæftiger sig kun med videnskabelig evidens, så som informationsindholdet i DNA, de funktionelt integrerede molekulære maskiner i levende organismer eller finindstillingen af fysikkens og kemiens love og konstanter.