

# Signaturen i cellen

*Om DNA  
och Intelligent Design*

Stephen C. Meyer



# *Innehåll*

|   |     |
|---|-----|
| Förord till den svenska utgåvan                           | 1   |
| Förord  | 5   |
| Kapitel 1 DNA, Darwin och intrycket av design             | 14  |
| Kapitel 2 Livet, den växande gåtan                        | 34  |
| Kapitel 3 Dubbelspiralen                                  | 57  |
| Kapitel 4 Signaturen i cellen                             | 82  |
| Kapitel 5 Molekyllabyrinten                               | 107 |
| Kapitel 6 Vetenskapens uppkomst och designförklaringar    | 129 |
| Kapitel 7 Orsaker i det förflutna                         | 141 |
| Kapitel 8 Att utesluta slumpen och upptäcka mönster       | 162 |
| Kapitel 9 Oddsen för livets uppkomst                      | 181 |
| Kapitel 10 Utom räckhåll för slumpen                      | 200 |
| Kapitel 11 Självorganisation och biokemisk predestination | 213 |
| Kapitel 12 Utanför ramarna                                | 235 |
| Kapitel 13 Både slump och nödvändighet                    | 251 |
| Kapitel 14 RNA-världen                                    | 274 |
| Kapitel 15 Den bästa förklaringen                         | 299 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Kapitel 16 | En annan väg till Rom                                   | 321 |
| Kapitel 17 | Men är det en förklaring?                               | 342 |
| Kapitel 18 | Men är det vetenskap?                                   | 363 |
| Kapitel 19 | Lika för alla   | 381 |
| Kapitel 20 | Varför det är viktigt                                   | 402 |
|            | Epilog: En levande vetenskap                            | 415 |
|            | Appendix A: Några förutsägelser ID-teorin gör           | 440 |
|            | Appendix B: Multiversumkosmologi<br>och livets uppkomst | 456 |
|            | Noter   | 465 |
|            | Litteraturförteckning                                   | 518 |
|            | Index   | 553 |
|            | Tack  | 569 |

## *Förord till den svenska utgåvan*

Alltsedan Watson och Crick 1953 upptäckte DNA-molekylens struktur och den genetiska koden knäcktes i början av 1960-talet har molekylärbiologin genomgått en dramatisk utveckling. Intelligent design (ID)-rörelsen föddes i USA under 1980- och 1990-talet i spåren av denna vetenskapliga revolution. Förespråkarna för ID hävdar att den struktur vi finner i celler i form av hierarkiskt lagrad information, koder, reglersystem och nätverk tyder på att livet inte kan ha uppkommit på naturlig väg genom kemisk evolution. Vidare hävdar man att de genetiska skillnader som olika artgrupper inom djur- och växtvärlden uppvisar inte kan förklaras genom biologisk evolution. ID-förespråkarna menar istället att livets minsta beståndsdel, cellen, uppvisar så intrikata strukturer att endast en intelligent aktörs agerande kan förklara livets uppkomst och mångfald. Även om en stor del (men inte alla) av ID-anhängarna är kristna så tar man i sitt vetenskapliga arbete inte ställning till vem den intelligente designern är utan överläter detta åt läsaren.

Stephen Meyer är idag den kanske mest kände förespråkaren för ID och en av grundarna till Center for Science and Culture inom den amerikanska tankesmedjan Discovery Institute. Meyer har i många år deltagit i det offentliga samtalet kring Intelligent Design, runt om i världen, i form av debatter, föreläsningar, intervjuer, artiklar och böcker. *Signaturen i Cellen* är Meyers debutbok som 2009 utgavs av HarperOne. I boken ger Meyer en grundlig genomgång och förklaring av vad Intelligent Design innebär och hur ID-rörelsen växte fram, med fokus på frågan om livets uppkomst och svårigheten för kemisk evolution att förklara denna. *Signaturen i Cellen* fick ett stort genomslag och blev snabbt en bästsäljare. Detta är inte förvånande, då boken på många sätt är ett mästerverk. Det är skriven på ett sätt som kräver att författaren både har djupa och breda ämneskunskaper. Meyer har en unik förmåga att kombinera en pedagogisk framställning med vetenskaplig stringens och noggrannhet. Boken kan sägas vara ID-rörelsens Magna Carta, och den kan läsas på flera nivåer.

För det första beskriver *Signaturen i Cellen* Stephen Meyers personliga resa in i ID-rörelsen. Den avgörande vändpunkten kom när Meyer 1985 deltog i ett symposium om livets uppkomst i Dallas, Texas. Bland annat diskuterades

innehållet i *The Mystery of Life's Origin* av Thaxton, Bradley och Olsen. Författarna till denna bok hävdade att informationsinnehållet i cellen bäst förklaras av design – en tanke som både fascinerade och blev en ögonöppnare för den då unge Meyer. Senare samma år blev Meyer uppsagd från det oljebolag han arbetade vid, samtidigt som han fick ett stipendium att studera vetenskapsfilosofi vid Cambridge University. Vistelsen i England, som varade i flera år, ledde så småningom fram till en doktorsavhandling. När sedan Meyer återvände hem till USA i början av 1990-talet fick han vara med och organisera den framväxande ID-rörelsen, vilket femton år senare ledde fram till publikationen av *Signaturen i Cellen*.

För det andra är *Signaturen i Cellen* en utomordentligt pedagogisk introduktion till molekylärbiologi och vetenskapsfilosofi – i synnerhet historisk vetenskap. På ett lättfattligt och systematiskt sätt går Meyer igenom hur olika teorier för livets uppkomst successivt vuxit fram från tidigt 1800-tal fram till idag. Även om Charles Darwin själv aldrig försökte besvara frågan om livets uppkomst, utan istället föreslog evolutionsteorin för livets fortsatta utveckling, så bidrog ändå Darwins arbeten till att skapa ett forskningsklimat där designinspirerade teorier för livets uppkomst alltmer trängdes undan till förmån för teorier som på naturlig väg försökte förklara den första cellens tillkomst genom slump, nödvändighet eller genom en kombination av dessa två drivkrafter.

För det tredje presenteras Intelligent Design i *Signaturen i Cellen* som ett forskningsprogram, med fokus på frågan om livets uppkomst. Detta är bokens huvudsyfte och likt en detektiv som grundligt går igenom alla misstänkta i ett brottsfall undersöker Meyer en efter en de mest kända teorierna för livets uppkomst. Med logisk skärpa visar han att alla naturliga teorier har stora problem. Dessa teorier bygger på att antingen DNA, proteiner eller RNA först uppstod spontant i en protocell (ett förstadium till den första levande cellen) för att sedan utvecklas vidare till en självreplikerande cell med ämnesomsättning (metabolism). På ett pedagogiskt sätt visar Meyer att ingen av dessa teorier kan förklara uppkomsten av de strukturer vi finner i cellen som både är komplexa (har låg sannolikhet att uppkomma av slump) och har en oberoende specifikation (i form av lagrad information, koder, reglersystem och kommunikationsnätverk), egenskaper som vi känner igen från system som i andra sammanhang skapats av intelligenta aktörer. Meyer använder sig av en metod från historisk vetenskap som bygger på att välja den av ett antal konkurrerande teorier som ger den troligaste orsaken till och bäst förklarar data. Genom att tillämpa denna vetenskapsmetod på data från den levande cellen kommer Meyer fram till att in-

telligent design är den enda hållbara förklaringen till livets uppkomst bland de teorier man idag känner till.

För det fjärde går Meyer i *Signaturen i Cellen* systematiskt igenom alla de invändningar som framförts mot att Intelligent Design är vetenskap. Trots att ID visat sig ge den bästa förklaringen till livets uppkomst har många debattörer envist hävdad att denna förklaring inte är vetenskaplig. Detta har att göra med demarkationsproblemet, det vill säga olika försök att systematiskt avgränsa vetenskap från icke-vetenskap. På ett övertygande sätt visar Meyer att de avgränsningar av vetenskap som är neutrala (det vill säga sådana avgränsningar som på förhand inte utesluter någon av de konkurrerande teorierna) och som dessutom leder till att ID inte är vetenskap, samtidigt medför att naturliga teorier för livets uppkomst också är ovetenskapliga. Med andra ord är alla de neutrala avgränsningar av vetenskap som utesluter ID för smala för att vara praktiskt användbara. Vidare diskuterar Meyer så kallad metodologisk naturalism. Meyer visar att denna princip, som innebär att endast naturliga förklaringar tillåts i vetenskap, inte är neutral och att den leder till ett cirkelresonemang, eftersom den på förhand utesluter ID som en konkurrerande teori för livets uppkomst.

För det femte avslutar Meyer *Signaturen i Cellen* med att diskutera relationen mellan Intelligent Design och religion. Detta är viktigt eftersom kritiker ofta hävdad att designhypotesen är ett dolt sätt att införa Gud som hypotes. I motsats till detta hävdar Meyer på ett övertygande sätt att ID inte är en religiös teori men att den däremot har religiösa implikationer. Vidare påpekar Meyer att motivationen till ID också kan (men inte behöver) vara religiös, precis som motivationen till en naturalistisk teori kan vara religiös. För att undanröja missförstånd är det därför viktigt att kristna som framför ID-argument samtidigt betonar att de själva tolkar designern som Bibelns Gud.

Utöver det Meyer skriver vill jag betona att frågeställningen är avgörande för vilken typ av icke-naturalistisk teori som det är lämpligt att testa. Forskare kan för vissa typer av frågeställningar (såsom att förklara uppkomsten av den första cellen) nöja sig med att gå ”halva vägen” och peka på en designer, såvida Bibeln inte förmedlar konkreta testbara hypoteser för att besvara dessa frågeställningar. För andra frågeställningar (såsom jordens uppkomst och människans ursprung) kan man däremot som forskare gå ”hela vägen” och testa rent kreationistiska modeller som hämtats från eller inspirerats av Bibeln. Det beror alltså på frågeställningen – huruvida Bibeln förmedlar testbara hypoteser som kan ge svar på frågeställningen eller inte – om man väljer en designhypotes eller en kreatio-

nistisk hypotes. Med andra ord är inte ID och kreationism konkurrenter, utan det är snarare så att dessa två synsätt kompletterar varandra.

Jag vill avsluta med att uttrycka stor glädje och tacksamhet över att Timoteus förlag tagit initiativet att ge ut en svensk översättning av *Signaturen i Cellen*. Björn Nissen har gjort ett utmärkt översättningsarbete av den nästan 600 sidor långa boken. Jag tror, hoppas och ber att den ska få stor spridning i vårt land. Må många genom *Signaturen i Cellen* få upp ögonen för att informationsinnehållet i våra celler inte kan förklaras med naturliga processer för kemisk evolution utan att det krävs en intelligens för att åstadkomma något så komplext och välordnat. Jag vill också gratulera dig som införskaffat boken och önskar dig en god och angenäm läsning.

Sollentuna 7/3 2022

Ola Hössjer  
Professor i matematisk statistik  
Stockholms universitet



## Förord

”Pappa, där är *du!*” ropade min fjortonårige son när han tittade i tidningen medan vi stod och köade i kassan till den lilla livsmedelsbutiken. Hans chock när han såg mitt ansikte i första delen av *Seattle Post-Intelligencer*, där han bara hade bläddrat efter baseballresultaten, berodde förstås delvis på att han visste var vi befann oss!<sup>1</sup> Den här butiken på Shaw-ön, en av de avlägsnaste av San Juan-öarna norr om Pugetsundet (nordvästra USA), var den enda affären på ön. Min fru såg ingenting komiskt i det hela, hon höjde bara på ögonbrynen. ”Jag trodde vi hade åkt hit för att komma ifrån allt sådant här!” Ja, det hade vi. Men hur skulle jag kunna veta att den lokala tidningen i Seattle skulle publicera samma historia som i går stod på framsidan av *New York Times*, och som handlade om det forskningsprogram som jag ledde och debatten kring vårt arbete.<sup>2</sup>

Debatten kring frågan om livets uppkomst, om livet uppstod genom slumpmässiga naturliga processer eller genom någon form av styrande intelligens, är inte ny. Den går i den västliga civilisationen åtminstone tillbaka till de gamla grekerna, som hade filosofer som representerade båda synsätten. Men debatten kring den moderna teorin om intelligent design (ID) och hur den utmanar den etablerade evolutionsteorin blev brännande nyheter 2004 och 2005. Och jag fann mig själv i händelsernas centrum, vare sig jag ville eller inte.

Det var tre händelser som väckte medias intresse för ämnet. Den första var när *Proceedings of the Biological Society of Washington* i augusti 2004 publicerade den första referentgranskade\* artikeln som uttryckligen förespråkade intelligent design i en traditionell vetenskaplig tidskrift. *Proceedings* ges ut av en vetenskaplig organisation vid Smithsonianinstitutet i Washington, D.C. Efter att artikeln publicerats utbröt ett stort gräl inom Smithsonians naturhistoriska museum, där forskare som var arga på redaktören – en evolutionsbiolog med två doktorsgrader – ifrågasatte hans omdöme som redaktör och krävde att han stoppades. Snart fortsatte debatten i den vetenskapliga pressen, där tidskrifter som *Science*, *Nature*, *The Scientist* och *Chronicle of Higher Education* skrev nyhetsartiklar om ID-artikeln och redaktörens beslut.<sup>3</sup>

---

\* På engelska ”peer-reviewed”. Övers anm.

När historien nu var ute i media blev det ännu pinsammare för Smithsonianinstitutet, och beskyllningar och motbeskyllningar tog ny fart. Redaktören, Richard Sternberg, förlorade sitt uppdrag och sin tillgång till vetenskapligt material och ställdes senare under en övervakare som inte alls delade hans uppfattning. Efter att två grupper, U.S. Office of Special Counsel (en organisation som bevakar offentliganställdas rättigheter) och U.S. House Committee on Government Reform (en parlamentarisk kommitté) undersökt fallet Sternberg började också annat, mer tvivelaktigt, agerande komma i dagen.<sup>4</sup> Båda grupperna fann att ansvariga vid museet hade frågat ut Sternbergs kollegor om dennes religiösa och politiska uppfattningar och underblåst en smutskastningskampanj för att skada hans rykte som vetenskapsman och få honom att säga upp sig.<sup>5</sup> Sternberg sade inte upp sitt forskningsuppdrag, men så småningom fick han en lägre befattning.

När det kom ut hur illa han hade blivit behandlad började den allmänna pressen skriva om det. I vanliga fall när jag läser om sådant brukar jag förfärat skaka på huvudet och sedan gå vidare till nästa nyhet. Men det kunde jag inte i det här fallet. Det råkade nämligen vara jag som hade skrivit artikeln som drog i gång det hela. Och några av journalisterna som undersökte behandlingen av Sternberg kom till mig och ställde frågor. De ville veta mer om teorin om intelligent design och varför den gjorde etablerade forskare så upprörda.

Sedan var det två andra händelser som i december 2004 placerade ID i ramp-ljuset över hela världen. Först deklarerade den kände brittiske filosofen Antony Flew att han lämnat ateismen, som han hela livet bekänt sig till. Han angav flera anledningar, en av dem var bevisen för intelligent design i DNA-molekylen.<sup>6</sup> Flew noterade i sin deklARATION att hans syn på frågan om livets ursprung på många sätt liknade ”de amerikanska designteoretikernas”. Intelligent design var återigen på tapeten – men vad var ID för något? Den här gången hamnade jag på BBC och fick debattera med en känd evolutionsbiolog om teorin.

Senare samma månad stämde ACLU (American Civil Liberties Union)\* en skolstyrelse i västra Pennsylvania, i staden Dover. Skolstyrelsen hade uttryckt att man ämnade ge gymnasieeleverna information om teorin om intelligent design. Man tänkte göra detta genom att informera dem om en bok i skolbiblioteket – en bok som förespråkade intelligent design i stället för de vedertagna evolutions-teorier som presenteras i dagens biologiböcker. När ACLU förklarade att man skulle lämna in stämningsansökan strömmade landets medier till den lilla staden.

---

\* En amerikansk organisation för medborgerliga rättigheter. Övers anm.

Journalisterna kände säkert redan till Scopesrättegången från 1925, den så kallade ”aprättegången”, om inte annat så från spelfilmen *Vad vinden sår* med Spencer Tracy. De anade att fortsättningen på berättelsen skulle följa här i Dover. Under 2005 hade alla större nyhetsprogram i USA, tillhörande det fasta nätet eller kabel-TV-nätet, inslag om ID eller om Doverrättegången eller bådadera. Artiklar fanns att läsa inte bara i USA:s större tidningar utan i tidningar runtom i världen, från *Times* i London, *Sekai Nippo* i Tokyo, *Times* i Indien och *Der Spiegel* i Tyskland till *Jerusalem Post*.

Och så i augusti 2005, just när det verkade som om mediaintresset hade avtagit, kom det uttalanden från ett antal politiska och religiösa ledare – bland annat så olika figurer som Dalai Lama, president George W Bush och påven – där man antingen stödde intelligent design eller ansåg att studenter bör få lära sig mer om debatten kring teorin. När tidskriften *Time* därpå gjorde ett reportage om hela diskussionen började våra telefoner ringa igen.

Medan sommaren gick mot sitt slut bestämde min fru och jag att det var dags för vår familj att komma i väg ett tag. Några vänner lät oss låna deras stuga på den lilla ön. Men under de två veckorna då vi var lediga publicerade *New York Times* två förstasidesartiklar om vårt arbete på Discoveryinstitutet, *Washington Post* berättade om det senaste i Sternbergfallet och på ledarsidan i *New York Times* innehöll huvudledaren kritik av Sternberg.<sup>7</sup> När Sternberg bestämde sig för att vara med på TV-programmet *The O'Reilly Factor* för att berätta om sin sida av saken visste vi att det var dags att återvända till Seattle.<sup>8</sup>

Att jag för tillfället var så i ropet gav mina kollegor och mig något som vi i högsta grad behövde – en plattform för att rätta till mycket av den desinformation som cirkulerar om intelligent design-teorin. Många nyhetsartiklar och reportage förväxlade ID med biblisk kreationism och dess bokstavliga tolkning av Första Moseboken. Andra artiklar upprepade det våra kritiker brukade säga – de beskrev vårt arbete antingen som ”att ge upp vetenskapen” eller som ett lömskt försök att komma runt det förbud mot att undervisa kreationism i offentliga skolor som Högsta domstolen utfärdade 1987.

Men jag visste att den moderna intelligent design-teorin inte hade utvecklats som en juridisk strategi, och ännu mindre för att stödja kreationismen. I stället kom den första gången på tal under åren före och efter 1980 av en grupp forskare – Charles Thaxton, Walter Bradley och Roger Olsen – som en möjlig förklaring till ett ständigt återkommande mysterium inom biologin: Hur har den digitala informationen längs DNA-molekylen uppstått?<sup>9</sup>

Som jag upprepade gånger förklarade för journalister och programvärdar baseras teorin om intelligent design inte på någon religiös text eller något religiöst dokument, även om teorin har implikationer som stöder en teistisk tro (jag återkommer till detta i kapitel 20). Intelligent design är i stället en vetenskaplig teori om livets ursprung som utgår från empiriska observationer och som utmanar rent materialistiska uppfattningar om evolution.

Faktum är att ID-teorin utmanar en specifik grundsats inom dagens evolutionsteori. Enligt moderna neodarwinister som Richard Dawkins i Oxford är levande organismer ”så komplicerade, att de förefaller skapade med avsikt”.<sup>10</sup> Men för Dawkins och andra darwinister i vår tid är det intrycket av design endast en illusion, eftersom planlösa processer som naturligt urval och slumpmässiga mutationer helt och hållet kan åstadkomma de invecklade designlika strukturerna hos levande organismer. Som de ser det kan det naturliga urvalet åstadkomma samma sak som en designande intelligens utan att på något sätt vara styrt av ett medvetande.

I motsats till detta hävdar teorin om intelligent design att det finns tydliga, avslöjande kännetecken hos levande organismer och i universum som helhet som bäst förklaras med en intelligent orsak. De förklaras bättre av att en tänkande varelse gjort medvetna val än av en omedveten, ostyrd process. Antingen uppstod livet helt som ett resultat av omedvetna processer, eller också har en styrande intelligens funnits med i skeendet. ID-förespråkare argumenterar för den senare möjligheten utifrån vad som går att se i den naturliga världen. Teorin utmanar inte evolutionstanken när denna definieras som förändring över tid, eller ens som alla organismers gemensamma ursprung. Den ifrågasätter däremot den darwinistiska idén att all biologisk förändring beror på blinda orsaker utan någon medveten styrning. Men teorin bygger inte på någon biblisk lära. Den är en slutsats utifrån det vetenskapliga bevismaterialet, inte baserad på religiös auktoritet.

Även om jag fick tillfälle att förklara vår ståndpunkt i media, kände jag att det var något som fortfarande inte fungerade. År 2005 hade jag satsat nästan tjugo år av mitt liv på att formulera ett utförligt argument för intelligent design – jag utgick då från upptäckten av hur DNA-molekylen lagrar information i digital form. Jag hade skrivit en serie vetenskapliga och filosofiska artiklar där jag utvecklade denna tanke,<sup>11</sup> men de artiklarna var inte så lätta att komma åt och fanns inte samlade i en volym. Nu märkte jag gång på gång att jag måste försvara ett långt argument med korta uttalanden som åhörarna inte kunde bedöma, därför att de inte var nog insatta. Och hur skulle de kunna vara det?

Kanske det avgörande argumentet för intelligent design, det som först fick mig att överväga denna hypotes, aldrig hade blivit tillfredsställande förklarar för den vetenskapligt intresserade allmänheten.

Naturligtvis hade många bra böcker och artiklar om olika aspekter av ID redan publicerats år 2005 – däribland flera viktiga referentgranskade böcker. Michael Behe, biokemist vid Lehighuniversitetet, argumenterade i en bok från 1996 grundligt för ID utifrån upptäckten av nanoteknologi i cellerna – till exempel den numera välkända bakterieflagellen som fungerar som en rotationsmotor med trettio delar. Behes *Darwin's Black Box* såldes i över en kvarts miljon exemplar och åstadkom nästan ensam att idén om intelligent design hamnade på den kulturella och vetenskapliga kartan. Och 1998 skrev William Dembski, med doktorsexamen i både matematik och filosofi, ett banbrytande arbete om metoder för att upptäcka design. Denna bok, *The Design Inference*, utgiven av Cambridge University Press, lade fram en vetenskaplig metod för att skilja mellan sådant som intelligenser åstadkommer och sådant som ostyrda naturliga processer åstadkommer. Dembski visade hur man på ett tydligt definierat sätt kan påvisa intelligent design, men han utvecklade inte argumentet genom att tillämpa metoden på levande organismer.

Dessa böcker var mycket viktiga, men min övertygelse om intelligent design hade vuxit fram på ett annat sätt. Under årens lopp hade jag börjat utveckla en annan argumentation för ID, besläktad med men oberoende av andras argumentation. Tyvärr älskade jag att skriva långa, uttömmande artiklar i mindre kända tidskrifter och antologier. Till och med min artikel<sup>12</sup> i *Proceedings of the Biological Society of Washington* drog till sig mer uppmärksamhet på grund av striden vid Smithsonianinstitutet än på grund av själva argumentationen – även om denna också hade debatterats en hel del i vissa vetenskapliga kretsar.

Hur som helst, när landets journalister tog kontakt med mig kunde jag helt enkelt inte förmå dem att rapportera varför jag trodde att DNA pekade mot intelligent design. De vägrade att beskriva argumentationen i sina artiklar eller bakgrundsreportage, och debattmotståndarna undvek sorgfälligt att svara på den, utan fortsatte i stället att upprepa sina påståenden om faran med ”intelligent design-kreationismen”. Inte ens domaren i Dovermålet tog hänsyn till beläggen från DNA när han fastslog att intelligent design inte är vetenskap.

Även om jag knappast var tilltalad av tanken att låta federala domare avgöra om en argumentering är vetenskaplig, särskilt inte när jag själv står bakom den, så fick Doverrättegången och dess bevakning i media mig att inse att jag måste lägga fram mitt resonemang på ett mer framträdande sätt. Många evolutions-

biologer hade erkänt att de inte kunde förklara uppkomsten av det första livet. De viktigaste teorierna föll i första hand för att de inte kunde förklara varifrån den mystiska informationen i varje cell kommer. Så det såg ut som om det inte fanns några goda motargument mot mitt resonemang. Ändå lyckades motståndarna undvika frågan, eftersom min argumentering inte var tillräckligt känd hos allmänheten för att tvinga fram ett gensvar. Det var alltför få lekmän, forskare och journalister som ens hade hört talas om den. Och detta trots att argumentet förmodligen var ett av de viktigaste och mest grundläggande skälen till att ta intelligent design under övervägande.

Inget av detta var egentligen särskilt förvånande. Allt sedan andra världskriget har forskarna betonat hur viktigt det är att publicera sitt arbete i specialiserade tidskrifter där andra forskare kontrollerar artiklarna, men genom hela vetenskapens historia har idéer och teorier som innebär ett nytt ”paradigm” vanligen presenterats i böcker, ofta utgivna av ”vanliga” förlag snarare än akademiska.

Det finns flera anledningar till detta. För det första ger en bok forskaren möjlighet att ostört föra ett allsidigt resonemang om sammansatta nya idéer. Som den italienske vetenskapsfilosofen Marcello Pera har visat *argumenterar* ofta vetenskapsmän kring olika tolkningar av fakta.<sup>13</sup> Även om man ibland lyckas göra detta i korta artiklar – som Einstein gjorde när han presenterade sin speciella och sin allmänna relativitetsteori, och som Watson och Crick gjorde i en artikel på 900 ord när de föreslog en dubbelspiralstruktur för DNA – så har man ofta valt böcker för att presentera och utvärdera nya, sammansatta tolkningar av ett visst faktamaterial.

Det kanske bästa exemplet på denna form av vetenskapligt skrivande är Charles Darwin själv, som ju beskrev det han gjorde i *Om arternas uppkomst* som ”en enda lång argumentering”.<sup>14</sup> I denna bok föreslog Darwin en övergripande tolkning av många olika typer av fakta. Han hävdade i huvudsak två saker: 1) det naturliga urvalet har en oerhörd skaparkraft, och 2) allt liv härstammar från en enda ursprunglig förfader; och han argumenterade för att denna teori hade en överlägsen förklaringskraft. En del av resonemanget bestod också av kritik av förklaringskraften hos konkurrerande tolkningar och av argumenten för sådana tolkningar. Andra vetenskapsmän som Newton, Copernicus, Galilei och Lyell samt en mängd andra mindre välkända forskare har också använt sig av böcker för att lägga fram vetenskapliga argument för nya och övergripande tolkningar av fakta inom sina respektive discipliner.

Det finns också andra anledningar till att böcker används för att föra fram idéer som innebär ett nytt paradigm. Nya vetenskapliga teorier tar ofta in ett brett

spektrum av uppgifter från många besläktade områden eller delvetenskaper. De är därför ofta i sig själva tvärvetenskapliga. *Om arternas uppkomst* innefattade fakta från flera områden, bland annat embryologi, paleontologi, jämförande anatomi och biogeografi. Dagens vetenskapliga tidskrifter koncentrerar sig ofta på ett smalt, väl definierat, område och ger därför sällan utrymme för den form av sammanfattande översyn och bedömning av materialet som krävs för att man ska kunna plädera för en helt ny tolkningsmall.

Dessutom når en bok, och särskilt en som ges ut av ett vanligt förlag, en bredare publik och kan, genom att ta sig förbi det vetenskapliga etablissemanget, presentera en ny idé för flera och därigenom framtvinga en omvärdering av den rådande teorin. Det var så Darwin gjorde när han gav ut *Om arternas uppkomst* på John Murray, ett framstående förlag i den tidens England. Michael Behe har gjort likadant. Genom att argumentera för intelligent design utifrån olika exempel på nanoteknologi i cellen vände Behe världens uppmärksamhet mot de problem som komplexa system har inneburit för neodarwinismen. Hans bok gjorde också teorin om intelligent design allmänt känd, ja, man kan hävda att den satte ID på den vetenskapliga kartan.

Den här boken argumenterar för samma tanke. Men den gör det utifrån en annan typ av bevismaterial: den information – den digitala kod – som finns lagrad i DNA och andra biologiska makromolekyler. Detta argument för intelligent design är inte lika välbekant som professor Behes och är därför helt nytt för många. Ändå bygger det inte på någon ny upptäckt, utan på ett av biologins mest berömda genombrott: upptäckten år 1953 av DNA-molekylens kapacitet att lagra information, det som jag har kallat ”signaturen i cellen”.

År 2005, när jag gång på gång ombads försvara ID-teorin i media, var det argument jag helst ville använda inget som folk kunde relatera till. Jag har skrivit den här boken för att råda bot på det. Den försöker föra ett sammanhängande, tvärvetenskapligt resonemang till förmån för en ny syn på hur livet har uppkommit. Den är ”en enda lång argumentering” för teorin om intelligent design.

Innan jag började arbeta heltid för Discoveryinstitutet arbetade jag i tolv år som högskolelärare. I min undervisning har jag funnit att det ofta är lättare att förstå en vetenskaplig teori om man kan följa hur det bakomliggande tänkandet har vuxit fram historiskt. När man läser en berättelse om hur upptäckter gjorts är det inte bara intressantare, det kan också belysa hur forskarna resonerade när de kom till sina slutsatser. Därför har jag valt att presentera mitt argument för intelligent design i form av en historisk och personlig berättelse.

Den här boken lägger alltså inte bara fram ett argument. Den berättar också en historia, en detektivberättelse och berättelsen om hur jag drogs in i den. Den skildrar mysteriet kring upptäckten av den digitala koden i DNA och hur den upptäckten gång på gång har ställt till det för dem som försökt förklara hur livet först uppkom på jorden. Jag kommer genomgående att kalla detta mysterium för ”DNA-mysteriet”.

Ett kort ord om hur boken är upplagd: i kapitel 1 och 2 förklarar jag vilken betydelse DNA-mysteriet har i ett större vetenskapligt och filosofiskt sammanhang och ger en historisk bakgrund till diskussionen om livets uppkomst i allmänhet. I kapitel 3 – 5 beskriver jag den gåtfulla DNA-molekylen mer i detalj för att slå fast vad som krävs av en teori för att den ska kunna förklara livets uppkomst. Kapitel 6 och 7 är ett kort mellanspel där jag undersöker hur forskarna förr resonerade kring uppkomsten av biologiska organismer och hur dagens forskare tacklar dessa frågor, och därefter undersöker jag (i kapitel 8 – 14) de olika förklaringar som har getts till uppkomsten av biologisk information. Sedan presenterar jag i kapitel 15 och 16 ett argument för att intelligent design är den bästa förklaringen till hur den information uppkom som möjliggjorde det första livet. Slutligen försvarar jag i kapitel 17 – 20 teorin mot ett antal invändningar som brukar riktas mot den. I Epilogen visar jag att intelligent design erbjuder en fruktbar utgångspunkt för forskning. Dels kastar teorin ett förklarande ljus över en del helt nya och överraskande genetiska upptäckter, men den ger också uppslag till nya typer av undersökningar inom många av biologins delvetenskaper.

Jag har varit intresserad av DNA-mysteriet i nästan 25 år. Och även om jag ibland (särskilt under 2005) var besviken på mig själv för att jag inte redan skrivit den här boken, finns det åtminstone två oförutsedda fördelar med att det har dragit ut på tiden. För det första har det gett mig tillfälle att både samtala och debattera med några av de främsta vetenskapliga representanterna i den här kontroversen. Därför kan jag förhoppningsvis ge en ovanligt grundlig analys av de alternativa förklaringarna för uppkomsten av information i levande celler. För det andra, eftersom boken inte kommer ut förrän nu blir den ett bidrag till den fortlöpande bedömningen av arvet efter Darwin, just nu när många vetenskapsmän, forskare, journalister och andra också skriver i ämnet. Detta år\* firas 200-årsdagen av Darwins födelse och 150-årsdagen av utgivandet av *Om arternas uppkomst*. Med den boken åstadkom Darwin många saker. Han introducerade ett nytt synsätt på livets historia. Han föreslog en ny mekanism för biologisk förändring. Och enligt många vetenskapsmän motbevisade han också

---

\* Dvs 2009, då *Signaturen i cellen* kom ut på engelska. Övers anm.



det vetenskapliga argumentet för design. Han gjorde det genom att förklara bort allt som ansågs tala för en verklig designande intelligens, när han visade att dessa till synes designade företeelser hade uppkommit genom en mekanisk, omedveten process – en som faktiskt kan åstadkomma precis allt som en medveten formgivare kan åstadkomma. Som evolutionsbiologen Francisco Ayala nyligen skrev, förklarade Darwin hur något kan se designat ut utan att man behöver tillgripa en designer som orsak. Han gav oss ”design utan designer”.<sup>15</sup> Men stämmer det verkligen? Även om vi skulle köpa Darwins resonemang i *Om arternas uppkomst*, innebär det att han motbevisade designhypotesen? I den här boken ska jag ge en ny infallsvinkel på den frågan genom att undersöka ett av den molekylära biologins envisaste mysterier.

# I

## *DNA, Darwin och intrycket av design*

När James Watson och Francis Crick år 1953 klarlade DNA-molekylens struktur löste de ett mysterium men skapade ett nytt.

I nästan hundra år efter att Charles Darwins *Om arternas uppkomst* kom ut kände sig biologerna trygga i förvissningen att man hade förklaringen på en gåta som människan ständigt brottats med. Ända från antiken hade människor iakttagit olika levande organismer och noterat att de har ordnade strukturer som ser ut att ha blivit medvetet sammansatta eller formgivna för ett syfte, till exempel den hoprullade nautilusbläckfiskens elegant formade och skyddande skal, ögat med dess samverkande delar eller fågelvingen med dess samspel av ben, muskler och fjädrar. De flesta antog att det som såg formgivet ut också var det. På grund av den här typen av strukturer drog tänkare av olika slag, Platon och Aristoteles, Cicero och Maimonides, Boyle och Newton, slutsatsen att bakom den levande världens underbara strukturer fanns en medveten formgivare. Som Newton skrev i sitt mästerverk *The Opticks*: ”Hur kunde djurens kroppar skapas med så mycket konstfärdighet, och vad var syftet med deras olika delar? Skapades ögat utan skicklighet i optik och örat utan kunskap om ljud? ... Och när dessa saker är så riktigt utförda, visar inte den synliga världen att det finns ett okroppsligt, levande, intelligent väsen...?”<sup>16</sup>

Men i och med Darwin tycktes den moderna vetenskapen kunna förklara denna skenbara design som resultatet av en helt och hållet omedveten process. I *Om arternas uppkomst* hävdade Darwin att det påtagliga intrycket att levande varelser är designade – och särskilt att de är så väl anpassade till sin omgivning – kan förklaras med att det naturliga urvalet har verkat på slumpmässiga variatio-

ner, en fullständigt omedveten process som ändå kan åstadkomma samma saker som en medveten designer. Sedan dess har de flesta biologer ansett att levande varelser visserligen ser designade ut, men det är en illusion – en oerhört stark illusion, men dock en illusion. Som Crick själv uttryckte det 35 år efter att han och Watson upptäckte DNA-molekylens struktur: ”Biologer måste hela tiden ha i åtanke att det de ser inte har designats, utan utvecklats.”<sup>17</sup>

Men mycket på grund av just Watsons och Cricks upptäckt av DNA:s förmåga att lagra information har forskarna allt mer (och en del av dem allt mer desperat) blivit medvetna om att det kan finnas åtminstone *en* till synes designad struktur inom biologin som inte tillfredsställande har förklarats med det naturliga urvalet eller med någon annan helt naturlig mekanism. För när Watson och Crick upptäckte DNA:s struktur fann de också att DNA lagrar information med hjälp av ett kemiskt ”alfabet” med fyra bokstäver. Fyra sorters molekyler som kallas kvävebaser ligger uppradade i en given ordning, och lagrar och förmedlar på så vis monteringsinstruktionerna för att bygga de livsviktiga proteiner och andra maskiner cellen behöver – de lagrar alltså information.

Crick utvecklade senare den här idén i sin kända ”sekvenshypotes”, enligt vilken DNA:s kemiska beståndsdelar (kvävebaserna) fungerar som bokstäverna i ett skriftspråk eller tecknen i en datakod. Precis som bokstäver i en svensk mening eller nollor och ettor i ett datorprogram kan överföra information när de kommer i en given ordning, så förmedlar en given ordning av baser i DNA-strängen exakta instruktioner för att bygga proteiner. Och på samma sätt som de noggrant ordnade nollorna och etterna i datorprogrammet förmedlar kvävebaserna informationen därför att de är ”specificerade”. Som Richard Dawkins skriver: ”Genernas maskinkod är förbluffande lik datorernas.”<sup>18</sup> Mjukvaruutvecklaren Bill Gates går ännu längre: ”DNA är som ett datorprogram men långt mer avancerat än något program som någonsin skapats.”<sup>19</sup>

Men om det är sant, hur kom informationen i DNA till? Är detta kraftiga intryck av design resultatet av verklig design eller av en naturlig process som kan åstadkomma samma saker som en medveten formgivare? Det visar sig att denna fråga hänger ihop med ett mångårigt mysterium inom biologin – frågan om hur livet uppkom. Ja, allt sedan Watsons och Cricks upptäckt har forskarna mer och mer kommit att förstå hur central frågan om information är även för de enklaste organismer. DNA lagrar bygginstruktionerna för alla de livsviktiga proteiner och proteinmaskiner som sköter om och underhåller till och med de mest primitiva encelliga organismerna. Därför måste den första levande cellen ha innehållit bygginstruktioner lagrade i DNA eller någon motsvarande mole-

kyl. Som Bernd-Olaf Küppers, som forskar om livets uppkomst, uttrycker det: ”Problemet med livets uppkomst är helt uppenbart samma sak som problemet med uppkomsten av den första informationen.”<sup>20</sup>

Många rön har gjorts inom molekylärbiologin och cellbiologin sedan Watson och Crick gjorde sin revolutionerande upptäckt för mer än femtio år sedan, men de har snarare fördjupat DNA-mysteriet än förminskat det. Frågan om livets uppkomst (och uppkomsten av den information som då krävs) är faktiskt fortfarande så pressande att Harvarduniversitetet nyligen tillkännagav att man startar ett forskningsprogram på 100 miljoner dollar för att ta itu med den.<sup>21</sup> När Watson och Crick upptäckte DNA-molekylens struktur och förmåga att förmedla information löste de förvisso ett mysterium, nämligen frågan om hur



Bild 1.1. James Watson och Francis Crick på Cavendish-laboratoriet i Cambridge.

cellen lagrar och förmedlar ärftlig information. Men de satte ljuset på ett nytt mysterium som vi brottas med än i dag. Det är DNA-mysteriet: Hur uppkom den information som var nödvändig för att bygga den första levande organismen?

På ett sätt blir det naturligtvis lättare att förstå livet när vi allt mer inser att levande ting innehåller information. Vi lever i en teknologisk kultur som är väl bekant med nyttan av information. Vi köper den, säljer den, skickar den i våra kablar. Vi uppfinnar maskiner som kan lagra och ta fram den. Vi avlönar programmerare och författare för att de ska skapa information. Och vi stiftar lagar för att skydda upphovsmännens ”intellektuella egendom”. Våra handlingar visar att vi inte bara sätter värde på informationen, utan också ser den som en självständig storhet jämställd med materia och energi.

Eftersom levande system också innehåller information och är beroende av den för sin existens, kan vi förstå hur biologiska organismer fungerar genom att jämföra dem med vår teknologi, som vi redan känner till. Biologerna har även börjat förstå hur viktig informationen är för att levande organismer ska kunna fungera. Från det tidiga 1960-talet har den molekylärbiologiska forskningen kunnat visa att den digitala informationen i DNA endast är en del av ett komplicerat informationsbehandlingssystem, en avancerad form av nanoteknologi som liknar och överträffar vår egen i komplexitet, lagringstäthet och konstruktion. Under de senaste femtio åren har biologin gått framåt allt eftersom forskarna har förstätt mer om hur informationen i cellen lagras, överförs, redigeras och används till att bygga sofistikerade maskiner och kretslopp av proteiner.

Ingenstans är det kanske tydligare hur viktigt informationsbegreppet är för studiet av liv än inom de framväxande vetenskaperna genomik och bioinformatik. Under det senaste decenniet har forskare inom dessa områden börjat kartlägga i detalj alla de genetiska instruktioner som finns lagrade i det mänskliga genomet och hos många andra arter. När ”Human Genome Project”<sup>\*</sup> slutfördes år 2000 blev den framväxande bioinformatiken plötsligt av allmänt intresse. Runtom i världen kunde man på nyheterna se hur president Clinton på Vita husets gräsmatta tillkännagav att projektet var slutfört, och Francis Collins, projektets vetenskaplige ledare, beskrev genomet som en ”bok” som innehöll ”instruktioner”, ja, som ”livets bok”.<sup>22</sup> Detta projekt har, kanske mer än någon annan upptäckt sedan man 1953 klarlade DNA-molekylens struktur, gjort allmänheten medveten om hur viktig *information* är för alla levande varelser. Om Watsons och Cricks upptäckt visade att DNA lagrar en genetisk text, så har Francis Collins

---

\* Den första (preliminära) kartläggningen av människans genom. Övers anm.

och hans team tagit ett stort steg mot att dechiffrera textens budskap. Biologin har oåterkalleligt gått in i informationsåldern.

På ett annat sätt, däremot, tätnar mystiken kring livet nu när vi ser hur det är beroende av information. Bara en sådan sak som att det är svårt att förstå exakt vad information är. När en sekreterare i New York tar en diktamen och sedan skriver ut den och faxar den till Los Angeles, är det något konkret som kommer ut i Los Angeles. Men detta konkreta – papperet som kommer ur faxen – har inte färdats från New York. Det är bara informationen på papperet som kommer från New York. Inte en enda atom – varken av luften som förmedlade chefens ord till diktafonen, av magnetbandet i diktafonen, av papperet som stoppades i faxen i New York eller av färgen på papperet som kommer ur faxen i Los Angeles – har färdats hela vägen från sändaren till mottagaren. Men något har gjort det.

Information (biologisk eller annan information) är något svårfångat, som inte går att definiera utifrån de vanliga vetenskapliga begreppen. Som evolutionsbiologen George Williams konstaterar: ”Man kan tala om galaxer och stoftpartiklar med samma språk, eftersom båda har massa och laddning och längd och bredd. [Men] det kan man inte med information och materia.”<sup>23</sup> En oinspelad magnetremsa, till exempel, *väger* precis lika mycket som en som är laddad med ny mjukvara – eller med informationen om hela det mänskliga genomet. Även om det inspelade och det oinspelade bandet skiljer sig åt när det gäller informationsinnehåll (och värde), så beror det inte på någon skillnad i materialkomposition eller massa. Som Williams sammanfattar det: ”Information har ingen massa eller laddning eller längd som kan mätas i millimeter. Och materia har inga bytes ... Denna brist på gemensamma egenskaper gör materia och information till två separata områden.”<sup>24</sup>

När forskarna under det sena 1940-talet började definiera information, använde de sig inte av fysikaliska begrepp som massa, laddning eller effekt. I stället definierade de information i förhållande till ett psykologiskt tillstånd – som reduktion av osäkerhet. De föreslog att man kunde mäta detta med hjälp av det matematiska sannolikhetsbegreppet. Ju mindre sannolik en serie tecken eller signaler är, desto mer reducerar den osäkerheten, och desto mer information överför den alltså.<sup>25</sup>

Inte överraskande har vissa författare nästan likställt information med tankar. George Gilder, en guru inom informationsteknologin, noterar till exempel att fiberoptikens utveckling har gjort att allt mer information kan förmedlas genom allt tunnare (och lättare) trådar. Genom teknologins framsteg, konstaterar han,

kan vi alltså skicka allt fler tankar via allt mindre materia. Det ena begreppet i den här jämförelsen, ”tankar”, motsvarar exakt information.<sup>26</sup>

Ska vi alltså se på information som tankar – som något slags mental illusion huggen i sten eller bränd på CD-skivor? Eller kan vi definiera information på ett mindre abstrakt sätt, kanske som en osannolik kombination av materia?

Vad är information – tanke eller speciell kombination av materia – verkar en sak vara klar. Det som människor uppfattar som information har sitt *ursprung* i tanken – i en medveten eller uttänkt handling. Ett budskap som någon får via faxen uppstod först som en tanke i någon annans sinne. Mjukvaran som lagras och säljs på en CD-skiva utformades av en programmerare. De litterära klassikerna började som idéer hos författarna – Tolstoj, Austen eller Donne. Vår erfarenhet i världen visar oss att det vi uppfattar som information alltid går tillbaka på medvetna och tänkande personer.

Hur ska vi då se på informationen hos levande organismer? Human Genome Project och många andra upptäckter inom den moderna biologin har lyft fram denna fråga inför allmänheten. Vi vet nu att vi inte bara skapar information inom vår egen teknologi; vi finner också information inom biologin, ja, faktiskt i cellerna hos varje levande varelse. Men hur uppkom denna information? Och vad säger oss informationen i till och med den enklaste organism om livet och dess uppkomst? Vem eller vad ”skrev” livets bok?

Biologins informationsålder började officiellt i mitten av 1950-talet när man klarade den kemiska strukturen och den informationslagrande kapaciteten hos DNA-molekylen, deoxiribonukleinsyra, ärftlighetens molekyl. År 1953 sände James Watson och Francis Crick in sin numera berömda artikel till den brittiska vetenskapstidskriften *Nature*, och identifierade DNA som den molekyl som lagrar genetisk information.<sup>27</sup> Ytterligare undersökningar inom molekylärbiologin bekräftade detta och visade att de baser som i en bestämd ordning sitter fästade vid DNA:s spiralvridna ”ryggrad” innehåller information för byggandet av proteiner – de sofistikerade enzymer och maskiner som underhåller cellerna hos alla levande varelser.

Även om DNA:s förmåga att lagra information upptäcktes för mer än ett halvt sekel sedan, har det tagit lång tid att inse vad detta egentligen innebär. Många forskare har haft svårt att tänka förbi de traditionella vetenskapliga begreppen materia och energi. Som George Williams (själv evolutionsbiolog) uttrycker det: ”Evolutionsbiologerna har inte insett att de arbetar med två världar som inte riktigt går att förena: den med information och den med materia ... Genen är

ett stycke information, inte ett föremål. Basparens ordning i DNA-molekylen bestämmer genen. Men DNA-molekylen är mediet, den är inte budskapet.”<sup>28</sup>

Men det erkännandet går ändå inte på djupet. Vad innebär det när vi finner information hos saker i naturen – levande celler – som vi inte själva har formgivit eller skapat? Som informationsteoretikern Hubert Yockey påpekar är den genetiska koden ”byggd för att ta itu med och lösa problem som uppstår vid kommunikation och inspelning och använder samma principer som ... i dagens kommunikations- och datakoder”. Yockey noterar att ”den teknologi som informationsteorin och kodteorin handlar om har varit i bruk inom biologin under minst 3,85 miljarder år”, eller från den tid då livet uppkom på jorden.<sup>29</sup> Vad ska vi dra för slutsats av detta? Hur uppkom denna livets information?

Sunda förnuftet kan få oss att dra slutsatsen att den information som var nödvändig för det första livet uppkom på samma sätt som information i mänsklig teknologi och litteratur, genom medveten formgivning. Men dagens evolutionsbiologi tillbakavisar detta. Många evolutionsbiologer erkänner förstås att levande organismer ”ser ut som om de är omsorgsfullt och skickligt designade”, som Richard Lewontin uttrycker det.<sup>30</sup> Och Richard Dawkins skriver: ”Biologi är studiet av ting så komplicerade, att de förefaller skapade med avsikt.”<sup>31</sup> Ändå hävdar Lewontin och Dawkins, och alla evolutionsbiologer, att detta intryck av design är en illusion. Livet ser ut att vara formgivet, säger de, men formgavs inte av någon tänkande eller målinriktad varelse.

## Naturligt urval – Darwins ”designer”

Hur kan evolutionsbiologerna så säkert hävda att intrycket av design hos levande organismer är en illusion? Ja, svaret på den frågan är ju välkänt. Evolutionsbiologerna har en teori som tydligen kan förklara (eller bortförklara) hur något kan se designat ut, utan att blanda in en verklig designer. Enligt klassisk darwinism och även dagens neodarwinism kan det naturliga urvalet som verkar på slumpmässiga variationer (eller mutationer) efterlikna sådant som en intelligens kan åstadkomma, även om denna mekanism naturligtvis är helt blind, opersonlig och utan mål.<sup>32</sup>

Darwin utvecklade denna princip om det naturliga urvalet genom att jämföra med artificiellt urval: de val som en uppfödare gör när han avlar fram nya egenskaper (vare sig de är anatomiska, fysiologiska eller beteendemässiga). En bonde kan till exempel se att några av hans unghingstar är snabbare än de andra.



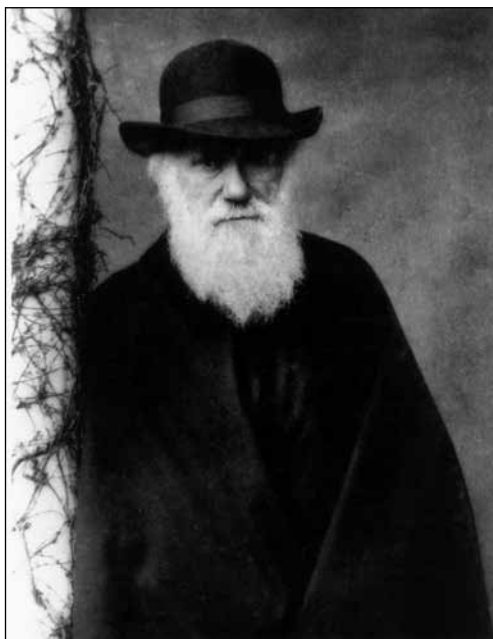


Bild 1.2. Den engelske naturforskaren Charles Robert Darwin (1809-1882) vid 72 års ålder.

Om han bara låter de snabbaste para sig med de snabbaste stona, har han efter flera generationers avelsarbete en liten grupp ”fullblodshästar” som han kan ta till kapplöpningsbanan.

Darwin insåg att naturen kan efterlikna denna urvalsprocess. Om det fanns ovanligt snabba kattdjur skulle alla utom de snabbaste vildhästarna riskera att bli dödade. Efter att i flera generationer ha varit utsatt för detta tryck från rovdjuren, kan den kvarvarande hjorden ha blivit påtagligt snabbare. På det viset kan påverkan från omgivningen (rovdjur, klimatförändringar, konkurrens om födan osv) åstadkomma samma sak som en mänsklig uppfödare. Genom att få en population att anpassa sig till omgivningen kan naturens blinda krafter med tiden efterhärma sådant som en människa kan göra när hon designar eller väljer ut vissa former.

Och om det naturliga urvalet, som Darwin kallade denna process, kan göra en häst eller en antilop snabbare, varför skulle det inte också ha kunnat frambringa dessa djur från början? ”Förnuftet bör tillåtas vinna överhanden över fantasin”, skrev Darwin.<sup>33</sup> Med ”fantasin” syftade han på vårt tvivel på att sådant kan hända och vårt intryck att levande varelser tycks vara designade. Enligt Darwin kan naturens förmåga att selektera, om den får tillräckligt med tid på sig, verka på varje variation så att den skapar strukturer och funktioner som vida överträffar

sådant som människor kan åstadkomma. Alltså har livets komplicerade system, som vi automatiskt upplever som uttänkta, fullständigt naturliga orsaker. Som Darwin förklarade: ”Det tycks inte finnas mer design i organismernas variationsrikedom och i det naturliga urvalets verkan än i hur vinden blåser.”<sup>34</sup> Eller som evolutionsbiologen Francisco Ayala formulerar det: ”Organismernas funktionella formgivning och egenskaper ... tycks tala för att det finns en formgivare. Det var [emellertid] Darwins största bedrift att visa att de levande varelsernas ändamålsenliga uppbyggnad kan förklaras som resultatet av en naturlig process, det naturliga urvalet, utan att man behöver ta till en Skapare eller någon annan orsak utanför världen.”<sup>35</sup> Ayala och andra darwinistiska biologer påstår alltså inte bara att det naturliga urvalet kan ge upphov till ”design utan designer”, de försäkrar också att denna process är ”skapande utan att vara medveten”.<sup>36</sup>

### Till synes designat

För många som inte är evolutionsbiologer kan påståendet att design uppkommer utan en designer verka självmötsägande. Men åtminstone i teorin är det möjligt att livet inte är vad det ser ut att vara – sådant är faktiskt inte särskilt ovanligt. Vetenskapen visar oss ofta att vår upplevelse av naturen inte stämmer med verkligheten. En rak blyertspenna ser krokig ut när man stoppar ner den i ett vattenglas; solen ser ut att kretsa runt jorden; och kontinenterna tycks vara orörliga. Kanske levande organismer bara ser ut att vara designade.

Ändå är det något märkligt med detta vetenskapliga förnekande av vår spontana intuition om levande varelser. Efter de 150 år som har gått sedan Darwins teori tydligen gav en fullgod förklaring, kvarstår detta intryck av design lika envist som någonsin. Opinionsmätningar visar att nästan 90 % av amerikanerna inte reservationslöst accepterar den neodarwinistiska evolutionsberättelsen som helt förnekar möjligheten av en skapare med ett syfte.<sup>37</sup> Även om många av dessa accepterar någon form av evolutionär förändring och har en generellt sett hög syn på vetenskapen, kan de tydligen inte förmå sig att bortse ifrån sin starka intuition och övertygelse att levande varelser är designade. I varje generation sedan 1860-talet har vetenskapliga kritiker av darwinismen och neodarwinismen höjt sin röst och hänvisat till viktiga fakta som talar emot teorin. Sedan 1980-talet har ett växande antal forskare och vetenskapsmän uttryckt starka tvivel om den biologiska och den kemiska evolutionsteorin, vilka båda underförstått utesluter verklig design. Och till och med behårda evolutionsbiologer medger

att dagens organismer i allra högsta grad *ser ut* som om de vore designade. För att återigen citera Francis Crick: ”Biologer *måste hela tiden ha i åtanke* att det de ser inte har designats, utan utvecklats.”<sup>38</sup>

Ännu märkligare är kanske att dagens biologer knappast kan beskriva levande organismer utan att ta till ett språk som tycks implicera just det som de uttryckligen förnekar: medveten, avsiktlig design. Som vetenskapsfilosofen Michael Ruse konstaterar, frågar biologerna om ”*syftet* med rygglattorna på Stegosaurus” och ”fågelfjädrarnas *funktion*” och diskuterar om ”jättehjortens horn kan ha varit så stora *för att* avskräcka rivaler”. ”Det är sant”, fortsätter han, ”att [vissa fysiker] under 1800-talet föreslog att månen existerar för att lysa upp vägen för ensamma vandrare, men ingen fysiker skulle använda ett sådant språk i dag. Men inom biologin, särskilt evolutionsbiologin, används det hela tiden.” Ruse avslutar: ”Hela evolutionistens värld är genomsyrad av ett antropomorft sökande efter syfte”. Och ändå halkar ”paradoxalt nog även den hårdaste kritiker” av sådant språkbruk in i det ”därför att det är enklast så”.<sup>39</sup>

Teoretiskt sett beror bruket av metaforer inom vetenskapen på bristande kunskap. Fysikerna talar om gravitationens ”dragningskraft” därför att de egentligen inte vet vad det är som orsakar verkan på avstånd. I mysteriets rike råder metaforerna. Men just därför kunde man ha väntat sig att biologins behov av att tala om ett syfte, att använda ett teleologiskt\* bildspråk, skulle ha minskat när biologin gick framåt och nya upptäckter visade hur de biologiska funktionerna har sin grund i molekylära skeenden. Ändå är det precis motsatsen som har hänt. Den mest reduktionistiska grenen av modern biologi – molekylärbiologin – har med sin framväxt bara fördjupat vårt behov av teleologiskt språkbruk.

Faktum är att molekylärbiologerna har introducerat en ny ”högteknologisk” teleologi. De har, ofta medvetet, lånat termer från kommunikationsteorin, elektrotekniken och datavetenskapen. Dagens molekylär- och cellbiologi använder sig av till synes precisa, beskrivande termer som ändå tycks genljuda av en underliggande klang av syfte: ”genetisk kod”, ”genetisk information”, ”transkription”, ”översättning”, ”redigerande enzym”, ”kretssystem för signalomvandling”, ”återkopplingslinga” och ”informationsbehandlande system”. Som Richard Dawkins konstaterar: ”Om vi bortser från skillnaderna när det gäller hur man uttrycker sig språkligt, kan sidorna i en molekylärbiologisk tidskrift och i en datorteknisk tidskrift bytas ut mot varandra.”<sup>40</sup> Som för att understryka detta beskriver James Shapiro, cellbiolog vid Chicagouniversitetet, hela det system

\* Teleologi är ”läran om alltings ändamålsenlighet” (Nationalencyklopedin). ”Teleologiskt” betyder alltså att man förklarar något utifrån att det har ett ändamål, ett syfte. Övers anm.

av proteiner som får däggdjurens blod att koagulera som ”ett kraftfullt, utspritt beräkningssystem som verkar i realtid”. I samma sammanhang noterar han att många biokemiska system inom cellen ”påminner om ritningen för en elektrisk krets”.<sup>41</sup> Eller som biologihistorikern Timothy Lenoir skriver: ”Den moderna biologin har konsekvent motsatt sig teleologiskt tänkande. Trots detta finner biologer inom nästan varje forskningsområde att det är mycket svårt att använda ett språk som inte tillskriver levande strukturer medvetna syften.”<sup>42</sup>

Det verkar alltså som om studiet av biologiska organismer, i synnerhet molekylärbiologin i cellen, tvingar till och med dem som tillbakavisar tanken på design att använda ett språk som inte går ihop med deras reduktionistiska och darwinistiska synsätt – deras förnekande av verklig design. Detta faktum kanske i slutändan inte betyder något, men det väcker åtminstone en fråga. Säger vår envisa upplevelse av design och det svårutrotade teleologiska språkbruket något om livets uppkomst eller om hållbarheten hos vetenskapliga teorier som förnekar att levande organismer kommit till genom (verklig) design?

Som alltid inom vetenskapen är det så, att svaret på sådana frågor helt beror på hur väl forskarna kan belägga sina teorier. Intuitioner eller intryck kan vara korrekta eller felaktiga. Det är mycket möjligt, som många biologer försäkrar oss, att människors och till och med vissa forskares tvivel på evolutionsteorin endast beror på okunnighet eller religiösa fördomar, och att det teleologiska språkbruket inte är något annat än ett användbart bildspråk, som när man säger att solen har gått ner. Men när vissa forskare framhärdar i sin kritik och när biologerna inte kan lägga bort dessa termer som implicerar syfte, har vi åtminstone rätt att fråga: Har evolutionsbiologerna upptäckt den verkliga anledningen till att levande organismer ser ut att vara designade, eller ska vi leta efter en annan orsak? Bör vi lita på vår intuition om biologiska strukturer eller acceptera evolutionsteorins förklaring till deras uppkomst?

## Uppkomsten av biologisk information

Titta på följande bokstavsföljd:

A G T C T G G G A C G C G C C G C C G C C A T G A T -  
 C A T C C C T G T A C G C T G C T T C A C T T G T -  
 G G C A A G A T C G T C G G C A A C A A G T G G -  
 G A G G C T T A C C T G G G G C T G C T G C A G G

C C G A G T A C A C C G A G G G G T G A G G C G -  
 C G G G C C G G G G C T A G G G G C T G A G T C C -  
 G C C G T G G G G C G C G G G C C G G G G C T G G G G G -  
 C T G A G T C C G C C C T G G G G T G C G C G  
 C C G G G G C G G G A G G C G C A G C G C T G C C T -  
 G A G G C C A G C G C C C C A T G A G C A G C T T C A G -  
 G C C C G G C T T C T C C A G C C C C G -  
 C T C T G T G A T C T G C T T T C G G G A G A A C C

Denna sträng av alfabetiska tecken ser ut som om den skulle kunna innehålla information i kodad form; den är kanske en del av en text eller maskinkod. Det intrycket är helt riktigt, för strängen är inte bara en godtycklig blandning av bokstäverna A, T, G och C, utan står för en del av de genetiska instruktionerna till att bygga RNA-polymeras.<sup>43</sup> Denna proteinmaskin är nödvändig för att uttrycka (eller informationsbehandla) generna i en levande cell.

Titta nu på följande teckensträng:

0111011101101000011001010110111000100000011010010  
 1101110001000000111010001101000011001010010000001  
 1000110110111101110101011100100111001101100101001  
 00000011011110110011000100000011010000111010101101  
 10101100001011011100010000001100101011101100110010  
 1011011100111010001110011001000000110100101110100

Denna teckenföljd ser också ut att innehålla information, även om den är skriven i binär kod. Det råkar vara så att inte heller detta är en godtycklig samling tecken, utan början av USA:s självständighetsförklaring\* ("When in the course of human events it...")<sup>44</sup> binärt omkodad enligt American Standard Code for Information Interchange (ASCII). I denna kod svarar en bestämd, kort sekvens av nollor och ettor mot en viss bokstav eller siffra eller ett skiljetecken.

Även om dessa två stycken av kodad information använder sig av olika kodsystem (genetiska koden resp ASCII) är båda komplexa teckenföljder som inte uppreat sig, och som är högst specificerade för att kunna utföra en viss funktion eller förmedla ett visst budskap. Denna likhet förklarar delvis Dawkins tidigare omnämnda observation: "Genernas maskinkod är förbluffande lik datorer-

\* USA:s självständighetsförklaring, Declaration of Independence, utfärdades den 4 juli 1776. Övers anm.

nas.” Må så vara, men hur ska vi tänka om denna likhet mellan informationsrik mjukvara – som är skapad av intelligenta varelser, ingen förnekar det – och de informationsrika strängarna i DNA och andra viktiga biomolekyler?

## Mötet med ett mysterium

Mitt första möte med DNA-mysteriet var 1985 som ung forskare i Dallas i delstaten Texas. Vid den här tiden arbetade jag för ett av de stora multinationella oljebolagen. Jag hade blivit anställd som undersökande geofysiker flera år tidigare, just när oljepriset stod som högst och jag precis hade tagit min examen i fysik och geologi. Mitt jobb var att leta olja i Mexikanska bukten.

Jag hade visserligen studerat fysik och geologi, men jag kunde nog mycket biologi för att veta vad DNA gjorde. Jag visste att det lagrade instruktioner – information – för att bygga proteiner i cellen och att det förmedlade ärftliga egenskaper hos levande varelser med hjälp av ett alfabet som hade fyra kemiska ”bokstäver”. Ändå hade jag, liksom många andra forskare, aldrig funderat på varifrån DNA – eller dess information – kom från början. Om någon hade frågat mig skulle jag ha sagt att det hade något att göra med evolutionen, men jag hade inte kunnat förklara det i detalj.

Den 10 februari 1985 fick jag reda på att jag inte var den enda som inte visste detta. Den dagen satt jag plötsligt och lyssnade på några världsledande forskare som diskuterade ett mycket besvärligt vetenskapligt och filosofiskt problem: Hur uppkom det första livet på jorden? Så sent som kvällen innan visste jag ingenting om den konferens där jag nu satt som åhörare. Jag hade åkt till staden av en helt annan anledning, för att lyssna på en föreläsning vid Sydstatsmetodisternas universitet av en astronom från Harvard, om big bang-teorin. Det var då jag fick höra om en konferens nästa dag som skulle handla om tre fundamentala frågor inom vetenskapen: universums uppkomst, livets uppkomst och människans medvetande. Konferensen skulle samla vetenskapsmän med vitt skilda filosofiska utgångspunkter att brottas med var och en av dessa frågor. Nästa morgon traskade jag in på hotell Hilton i centrala Dallas, där konferensen höll till, och fick lyssna till en fängslande diskussion om vad forskarna visste att de inte visste.

Till min överraskning fick jag höra – tvärtemot vad jag hade läst i många läroböcker – att de ledande experterna i forskningen kring livets uppkomst inte hade någon tillfredsställande förklaring till hur livet kan ha uppstått. Dessa experter, varav många fanns där på plats den helgen, erkände öppet att de inte

hade någon godtagbar teori om det de kallade ”kemisk evolution”, det vill säga en teori om hur den första levande cellen uppstod ur enklare kemiska ämnen i urhavet. Och från deras diskussioner var det tydligt att DNA – med sin gåtfulla ordning av kemiska tecken – var den främsta anledningen till dödläget.

Denna diskussion ändrade inriktningen på min karriär. I slutet av samma år hade jag börjat förbereda mig för att flytta till Cambridge i England, för universitetsstudier där. De frågor jag ville undersöka var delvis de som jag först mötte den där februaridagen.

På ytan såg det ut som en radikal kursförändring från vad jag tidigare hade sysslat med. Det var definitivt så mina vänner och min familj uppfattade det. Geofysikarbete för ett oljebolag var tillämpad vetenskap av i högsta grad praktisk, affärsmässig art. En framgångsrik undersökning av vad som fanns under jordytan kunde ge bolaget ett netto på miljontals dollar, eftersom det innebar upptäckten av olja och gas. Frågan om livets uppkomst, å andra sidan, var en svåråtkomlig teoretisk fråga – som en hemlighet för de invigda – utan någon direkt kommersiell eller praktisk nytta.

Trots det kändes den nya inriktningen helt självklar för mig. Kanske för att jag så länge hade varit intresserad av vetenskapliga frågor och upptäckter som berörde viktiga filosofiska frågor. Samtidigt som jag utbildade mig på högskolan hade jag tagit extra kurser i filosofi. Men kanske var det så självklart för att det påminde om mitt arbete för oljebolaget. När man letade efter olja på 1980-talet använde man sig av sofistikerade, datorstödda seismiska tekniker som tillhörde den tidens främsta informationsteknologi. En geofysiker lät en apparat sända seismiska vågor ner i jorden och tog sedan tid på när ekot återvände till ytan. Med hjälp av den informationen kunde man bygga en bild av hur det såg ut under jordytan. Vi var naturligtvis helt beroende av datorer och program som kunde processa och analysera den information vi fick. Jag lärde mig hur digital information kan lagras och behandlas i maskiner och hur en digital kod kan styra maskiner så att de utför bestämda uppgifter. Kanske fick denna kunskap livet – och den digitala koden i DNA-molekylen – att verka mindre mystiskt. Det fick kanske frågan om livets uppkomst att se mer vetenskapligt åtkomlig ut och därmed intressantare. I vilket fall som helst, när jag hörde om det mysterium som forskarna stod inför och vilken central roll DNA spelade i detta mysterium, då var jag fast.

En sammandrabbning under konferensen gjorde mig ännu mer intresserad. Under ett av passen diskuterade forskarna varifrån DNA:s information kom. Hur kan kemiska ämnen ordna sig själva så att de producerar en kod? Det som

gjorde en annars torr, akademisk diskussion till något dramatiskt var hur några av vetenskapsmännen reagerade på en ny tanke. Tre av forskarna i panelen hade just publicerat en omdiskuterad bok, *The Mystery of Life's Origin*, på ett känt förlag i New York som ger ut vetenskapliga monografier. Deras bok gick grundligt igenom och kritiserade de försök som hade gjorts att förklara hur det första livet uppkom ur havet på den tidiga jorden, den så kallade "ursoppan". Dessa forskare, Charles Thaxton, Walter Bradley och Roger Olsen, hade kommit fram till att alla sådana teorier kom till korta när det gällde att förklara livets uppkomst. Märkligt nog var det ingen av de andra vetenskapsmännen i panelen – som alla var experter på området – som ifrågasatte den kritiken.

Det de andra forskarna ifrågasatte var en kontroversiell ny hypotes som Thaxton och hans kollegor hade kastat fram i bokens slutord, ett försök att förklara DNA-mysteriet. De hade föreslagit att DNA kanske härrörde från någon form av intelligens eller, som de uttryckte det, hade en "intelligent orsak". Eftersom vår erfarenhet säger oss att information härrör från intelligenser, och eftersom informationen i DNA var "matematiskt identisk" (deras formulering) med informationen i ett skrivet språk eller en datakod, förslog de att förekomsten av information i DNA pekar mot en intelligent orsak. Med andra ord: koden pekar mot en programmerare.

Det var då det brakade loss. Andra forskare i panelen blev påtagligt provocerade och hätska. Doktor Russell Doolittle från universitetet i San Diego, Kalifornien, tyckte att om de tre författarna inte var nöjda med forskarnas undersökningar om livets uppkomst kunde de "göra sådana själva". Det spelade ingen roll att en annan vetenskapsman i panelen som stödde Thaxtons hypotes, professor Dean Kenyon vid statsuniversitetet i San Francisco, var en ledande forskare inom området och själv hade utfört många sådana experiment. Det var uppenbart att Doolittle såg de tre forskarna, trots deras vetenskapliga meriter, som uppkomlingar som hade brutit mot någon oskriven regel. Ändå var det tydligt, åtminstone för mig, att författarna till den nya boken hade gripit det intellektuella initiativet. De hade kastat fram en djärv ny idé som åtminstone intuitivt verkade rimlig, medan de som försvarade det dåvarande forskningsläget inte hade något rimligt alternativ att komma med, utan var tvungna att erkänna kritiken som berättigad. Allt de kunde göra var att anklaga uppkomlingarna för att ge upp för tidigt – man behövde mer tid.

Jag reste därifrån förbryllad och fascinerad. Om jag hade uppfattat den vetenskapliga situationen rätt – om det inte fanns någon accepterad eller godtagbar teori om livets uppkomst – då hade vi här ett mysterium. Och om det



var så att evolutionsteorin inte kan förklara hur livet uppkom *därför att den inte kan förklara hur den genetiska informationen i DNA uppkom*, då kunde något som vi tar för givet mycket väl vara en viktig ledtråd i en detektivhistoria. DNA-molekylen med sin karakteristiska dubbelspiral är en kulturell ikon. Vi ser den här spiralen överallt, i musikvideos och modern konst, i vetenskapliga dokumentärer och nyhetsrapporteringar från rättegångar. Vi vet att DNA-analyser kan fastställa brottsansvar, faderskap och gamla släktskapsförhållanden. Vi vet att forskningen om DNA kan hjälpa oss att förstå många sjukdomar och att vi genom att manipulera DNA kan ändra växters och djurs egenskaper och öka matproduktionen. De flesta av oss vet ungefär vad DNA är och vad det gör. Men kan det vara så att vi inte har en aning om varifrån det kom eller hur det från början formades?

Den heta diskussionen vid konferensen gjorde mig medveten om hur dubbelspiralen med dess digitala kod på samma gång är välbekant och ett mysterium. Efter konferensen fick jag reda på att en av de vetenskapsmän som deltagit i diskussionen bodde i Dallas. Det var ingen annan än Charles Thaxton, den kemist som tillsammans med sina medförfattare hade kastat fram den kontroversiella idén att en intelligens kunde vara inblandad i uppkomsten av biologisk information. Jag ringde honom, och han erbjöd sig att träffa mig. Vi började träffas



Bild 1.3. Charles Thaxton.

regelbundet och samtala, ofta långt efter arbetsdagens slut. Allt eftersom jag fick höra mer om hans kritik av ”forskningen kring livets uppkomst” och hans tankar kring DNA växte mitt intresse för DNA-mysteriet.

Det var en dramatisk och spännande tid för mig, de här dagarna när jag först mötte och började brottas med dessa nya idéer. Om Thaxton hade rätt kunde det klassiska designargumentet ändå vara giltigt, trots att det hade avfärdats, först av upplysningsfilosofer som David Hume på 1700-talet och senare av evolutionsbiologer efter den darwinistiska revolutionen. På ett besök hemma i Seattle beskrev jag det jag hade lärt mig för en av mina högskolelärare vilkens tankeförmåga jag verkligen respekterade, en filosofiprofessor vid namn Norman Krebbs. Han överraskade mig genom att säga att den vetenskapliga idé jag talade om kunde vara en av de viktigaste *filosofiska* upptäckterna under de senaste tre hundra åren av västerländskt tänkande. Kunde designargumentet återupplivas utifrån den moderna vetenskapens upptäckter? Och var DNA själva nyckeln?

Det här nya tänkandet kändes spännande, men jag hade en lång rad frågor. Vad exakt är information i ett biologiskt sammanhang? undrade jag. När biologer talade om ordningsföljden av kemiska ämnen i DNA-molekylen som ”information”, använde de då ordet som en metafor? Eller fungerade denna ordningsföljd verkligen på samma sätt som en ”kod” eller ”text” som används av människor? Om biologen bara använde ordet som en bild, då undrade jag om genetisk information stod för något reellt – och om inte, kanske ”informationen” i DNA inte visade på något särskilt alls, allra minst på en ”intelligent orsak”.

Men även om informationen i DNA på något avgörande sätt liknade den information som människor tänker ut, behövde det inte nödvändigtvis betyda att en intelligent orsak var den enda möjliga förklaringen. Fanns det orsaker till information som man ännu inte kommit att tänka på när man diskuterade frågan på konferensen? Kanske skulle man upptäcka någon ny källa till information som bättre kunde förklara hur livet med dess inbyggda information uppkommit. Kort sagt, jag undrade om det verkligen fanns bevis för att livet var intelligent designat, eller hur pass starka de bevisen i så fall var. Var det kanske för tidigt eller rentav opassande att vetenskapligt överväga en så radikal möjlighet, vilket ju Thaxtons kritiker tyckte?

Mitt intresse förstärktes av några saker som Thaxton och hans kollegor hade skrivit för att legitimera sin slutsats. *The Mystery of Life's Origin* gjorde det djärva påståendet att en intelligent orsak kunde ses som en möjlig *vetenskaplig* hypotes om livets uppkomst. För att rättfärdiga detta påstående hävdade Thaxton och de andra två att när det handlade om något som de kallade *ursprungsvetenskaper*

var det tillåtet att postulera engångs-ingripanden av intelligenta varelser för att förklara vissa fenomen. Thaxton och hans kollegor skilde mellan det de kallade "ursprungsvetenskaper" och "processvetenskaper".\* Processvetenskaperna, som de ser det, sysslar med hur universum fortlöpande fungerar. De beskriver återkommande fenomen som planeternas rörelser och kemiska reaktioner, som kan beskrivas med hjälp av allmänna fysiska och kemiska lagar. Ursprungsvetenskaperna sysslar å andra sidan med unika historiska händelser och vad som kan ha orsakat dessa händelser – sådant som universums uppkomst, bildandet av Grand Canyon och uppfinnandet av verktyg och jordbruk för länge sedan. Thaxton och hans kollegor hävdade att det var tillåtet att räkna med intelligenta orsaker inom *ursprungsvetenskaperna* eftersom dessa studerar enstaka händelser, och när intelligenta aktörer handlar är det oftast engångshändelser. Å andra sidan menade de att det inte var tillåtet att åberopa intelligenta orsaker inom processvetenskaperna, eftersom de endast studerar regelbundna skeenden som upprepar sig. Intelligenta aktörer handlar inte strikt regelbundet och förutsägbart, och kan därför inte beskrivas matematiskt med hjälp av några naturlagar.

Visst kändes terminologin klumpig, men de tre författarna tycktes ha fångat en självklar distinktion. Men jag hade fortfarande frågor. Thaxton hade menat att teorier inom processvetenskaperna enkelt kan prövas mot de upprepbara fenomen de beskriver. Det som är regelbundet kan förutsägas. Om en teori om upprepbara fenomen är korrekt, bör den kunna förutsäga sådana fenomen vid en bestämd tid i framtiden eller under kontrollerade laboratorieförhållanden. Ursprungsteorier, däremot, gör inga sådana förutsägelser eftersom de har att göra med engångshändelser. Därför ansåg Thaxton att sådana teorier inte kan prövas. Teorier om det förflutna kan ge oss tänkbara förklaringar, men aldrig helt tillförlitliga. Som geofysiker visste jag att geovetenskapliga forskare ofta lägger fram hypoteser om sådant som har skett, men jag var inte så säker på att dessa hypoteser aldrig är prövbara eller tillförlitliga. Vi har mycket goda vetenskapliga skäl att tro att dinosaurierna levde före människorna och att jordbruket uppstod efter den senaste istiden. Men om Thaxton hade rätt är sådana slutsatser endast tänkbara – endast möjliga sanna – och fullständigt oprövbara.

Men om en hypotes om det förflutna inte kan prövas – om det inte finns något sätt att jämföra den mot konkurrerande hypoteser och se hur stark den är – då frågade jag mig vilket värde historiska teorier eller "ursprungsteorier" överhuvudtaget har. Det är provokativt att hävda att det vi vet om DNA utifrån ett strikt vetenskapligt resonemang starkt pekar mot att livet har en intelligent

\* På engelska "origins sciences" och "operation sciences". Övers anm.

orsak. Det är däremot inte särskilt intressant om man hävdar att en sådan uppkomst av DNA är tänkbar (möjligen sann). Det finns många påstående som är tänkbara eller möjligen sanna. Men det betyder inte att man har någon anledning att tro att de förmodligen är korrekta. Noggrann vetenskaplig prövning ger oftast faktabaserade skäl till att dra sådana slutsatser eller till att föredra en hypotes framför en annan. Om hypoteserna inte går att pröva, då var jag inte säker på hur meningsfullt, eller *vetenskapligt*, Thaxtons resonemang egentligen var.

Jag var ändå djupt fascinerad av hela frågan. I september 1985 fick jag reda på att jag måste lämna mitt jobb inom oljebolaget, eftersom oljepriset hade gått ner från 32 till 8 dollar per fat. Märkligt nog kände jag mig lättad. Jag använde det ganska generösa avgångsvederlaget som startkapital för att etablera mig som frilansande vetenskapsskribent. Men strax efter det fick jag veta att jag hade fått ett Rotarystipendium för att studera i England. Följande vår kom ett tunt flygpostbrev med beskedet att jag var antagen för studier i historia och filosofi vid universitetet i Cambridge. Dessa kurser skulle göra det möjligt för mig att gå på djupet med många av de frågor som länge hade fascinerat mig, frågor som berör både vetenskap och filosofi. De skulle också göra det möjligt för mig att undersöka de frågor som hade dykt upp i mina diskussioner med Charles Thaxton.

Vilka metoder använder de forskare som studerar biologiska ursprungsfrågor? Finns det en speciell metod för vetenskaplig forskning kring händelser i det förflutna? Och vad säger det vetenskapliga materialet oss om hur biologisk information och biologiskt liv har uppkommit? Är det möjligt att argumentera strikt vetenskapligt för att livet är designat av en intelligens? Så småningom skrev jag en doktorsavhandling om forskningen kring livets uppkomst. Där undersökte jag inte bara hur vetenskapens tänkande kring dessa frågor har förändrats genom historien, utan också hur man kan definiera vetenskap och hur forskare gör när de undersöker och drar slutsatser om det förflutna.

## Vad man strider om i dag

Jag kunde inte veta det när jag for till England, men de två huvudfrågor jag hade kring doktor Thaxtons idé – nämligen ”Är den vetenskaplig?” och ”Hur starka är bevisen?” – skulle återkomma med trummor och trumpeter tjugo år senare i en världsomskrivna kontrovers som involverade media, rättsväsendet, det vetenskapliga etablissemanget och bok- och filmindustrin. År 2005 fastställde

en federal domare att gymnasieeleverna i den allmänna skolan i Dover, Pennsylvania, inte på de naturvetenskapliga lektionerna skulle få höra något om teorin att en intelligent orsak är den bästa förklaringen till livet, eftersom den teorin varken var vetenskaplig eller prövbar. Erkända vetenskapsorganisationer (som den amerikanska vetenskapsakademien och AAAS\*, dvs American Association for the Advancement of Science) publicerade liknande uttalanden.

Under 2006 och 2007 kom det en ström av böcker med titlar som *Illusionen om Gud* och *Du store Gud?*, som hävdade att det inte finns några bevis för design inom biologin och därför inga goda bevis för Guds existens. Enligt evolutionsbiologen Richard Dawkins och andra nyateister har bristen på bevis för design degraderat gudstanken till ”bedrägeri”. År 2008 flyttade striden kring det som nu kallas ”intelligent design-teorin” in på biograferna, in i videobutikerna och in i presidentvalskampanjen. Och i år, 2009, när vi firar Darwins 200-åriga födelsedag och 150-årsdagen av utgivandet av *Om arternas uppkomst*, har den viktiga frågan som Darwin ställde återkommit: Är livet designat eller ser det bara designat ut? Frågan är åter aktuell nu när vetenskapsmän, forskare, lärare och mediakommentatorer utvärderar vad Darwin har betytt.

Men i all denna debatt – från Dover till Dawkins till Darwinjubileet – har man nästan inte alls diskuterat DNA. Och ändå är det fundamentala mysteriet varifrån biologisk information kommer grundläggande. Det avgör, både för mig och många andra vetenskapsmän och forskare, frågan om vetenskapen har kullkastat designargumentet eller återupplivat det. I denna bok undersöker jag i tur och ordning de många försök som har gjorts för att lösa denna gåta – *DNA-mysteriet* – och föreslår en egen lösning.

---

\* Ett brett vetenskaplig sällskap som bland annat ger ut tidskriften *Science*. Övers anm.

# 2

## *Livet, den växande gåtan*

Få elever försöker lära sig namnet på 1800-talskemisten Friedrich Wöhler utantill, och den avfallsprodukt som han är mest känd för är inget man skriver vackra sånger om. Ändå utförde denne tyske vetenskapsman år 1828 ett experiment som kom att revolutionera vår förståelse av livet.

Som professor vid den polytekniska skolan i Berlin hade han börjat undersöka ämnen som avgav cyanid när de upphettades. En dag värmdes ammoniumcyanat i tron att det skulle avge cyanid. Men det gjorde det inte. Hettan förändrade kristallerna i ammoniumcyanatet så att de såg annorlunda ut och fick en annan smältpunkt. Det nya ämnet, som var vitt och kristalliskt, hade faktiskt inget av cyanaternas typiska egenskaper. Vad hade hänt? Han tyckte ämnet såg vagt bekant ut. Var hade han stött på det tidigare? Först trodde han det kunde vara en alkaloid, men den idén måste han släppa eftersom det mystiska ämnet inte reagerade på sätt som är typiska för alkaloider. Wöhler letade i sitt minne och gick igenom allt han visste inom både kemi och medicin. Och då kom han på det. Urinämne!<sup>45</sup> Wöhler skyndade sig att skriva ett brev till sin kollega, kemisten Jöns Jakob Berzelius: ”Jag kan inte längre hålla mig, så att säga; jag måste släppa ut att jag kan framställa urinämne utan tillgång till en njure, eller ens ett djur, vare sig människa eller hund: cyansyrans ammoniumsalt (*cyansäures Ammoniak*) är urinämne.”<sup>46</sup>

Experimentet, som sedan återupprepats i laborationer runt världen, visade att de kemiska föreningarna i levande organismer kunde framställas artificiellt.<sup>47</sup> Även om kemister före Wöhler hade lyckats syntetisera olika mineralämnen som förekom i naturen, antog många att det var omöjligt att syntetisera ämnen som fanns i organismer, eftersom man trodde att organisk materia innehöll mysteri-

ösa och immateriella ”livskrafter”.<sup>48</sup> Som sir Fredrick Gowland Hopkins senare formulerade det, innebar Wöhlers upptäckt att man började ifrågasätta ”den primitiva tron på en gräns mellan det organiska och det oorganiska som aldrig kunde överskridas”.<sup>49</sup> Därför kom också Wöhlers arbete att utöva ett djupt inflytande på det vetenskapliga tänkandet om livets ursprung i mer än hundra år; det var också där mina egna undersökningar i ämnet tog sin början.

## **Vi börjar från början**

När jag kom till England var jag redan fascinerad av frågan om livets uppkomst och ville lära mig allt jag kunde om hur vetenskapen genom historien resonerat kring ämnet. Efter mina samtal med Charles Thaxton ville jag också undersöka om de forskare som studerar uppkomsten av något för mycket länge sedan använder sig av någon speciell vetenskaplig metod, och vad den metoden i så fall innebär.

Eftersom jag var amerikan och aldrig hade fått någon handledning i hur det invecklade universitetssystemet i England fungerade, var det tyvärr svårt för mig att hitta information om vilka universitetskurser som bäst passade mina intressen. Rotarystipendiet jag hade fått tillät mig att gå på vilket som helst av fem utländska universitet, bara jag blev antagen. Flera av dem hade kurser i vetenskapshistoria eller vetenskapsfilosofi, men eftersom det här var före Internets tid var det svårt att få tag på detaljerad information om de olika fakulteternas inriktningar. I slutändan satte jag mitt hopp till Cambridge, eftersom det mer än de andra universiteten på min lista ansågs hålla en hög naturvetenskaplig standard.

När min fru Elaine och jag anlände på hösten 1986 och parkerade vår hyrbil framför den imponerande gotiska fasaden på Trumpington Street nära Cambridges centrum, kände jag mig ganska bortkommen. Men på bara några veckor började jag komma in i mitt liv som universitetsstuderande. Jag upptäckte snart att mitt kursval var långt bättre än jag hade kunnat ana när jag fattade beslutet. Dels var det i Cambridge som många av de avgörande upptäckterna om DNA och molekylärbiologin gjordes, men dessutom hade universitetet ypperliga kurser i vetenskapshistoria och vetenskapsfilosofi, med bland annat en vänlig holländsk forskare som hette Harmke Kamminga, som råkade vara expert på utvecklingen av vetenskapliga teorier om livets uppkomst.

Under mitt första studieår började jag regelbundet träffa Harmke för att diskutera livets uppkomst – när jag inte var upptagen med att träffa min handledare eller gå på lektioner om allt från molekylärbiologins historia till vetenskapsfilosofi med anknytning till fysik eller vetenskapssociologi. Med henne som guide började jag undersöka några av dagens teorier om livets ursprung, men också de tidiga teorier som hade gett upphov till dem. Jag började alltså från början – med att studera hur den vetenskapliga forskningen kring livets uppkomst växte fram under 1800-talet när Darwin och hans samtida vetenskapskollegor levde.

Jag stötte snart på ett intressant historiskt problem. När Darwins evolutions-teori accepterades höll de flesta biologer med om att det naturliga urvalet kan förklara varför organismerna ser designade ut. Därför har nästan alla filosofer och vetenskapsmän länge ansett att Darwins teori om utveckling genom naturligt urval har krossat designargumentet. Men jag upptäckte också att Darwin själv medgav att hans teori inte förklarade hur livet hade uppkommit. En dag lät Peter Gautry, som var arkivarie i universitetsbibliotekets rum för gamla manuskript, mig läsa ett brev från Charles Darwin där han faktiskt talade om detta. Det var skrivet 1871, tolv år efter publiceringen av *Om arternas uppkomst*. Brevet var handskrivet på skört papper, och det gjorde klart att Darwin inte hade mer än vaga spekulationer att erbjuda för att förklara hur det första livet på jorden kan ha uppstått.<sup>50</sup>

Detta stämde med vad jag visste. I *Om arternas uppkomst* försökte Darwin inte förklara livets uppkomst. I stället försökte han förklara hur nya former kan uppkomma ur enklare äldre former, som redan har förmågan att reproducera sig. Hans teori förklarade inte det första livets uppkomst utan förutsatte det. Eftersom denna begränsning av Darwins teori var allmänt erkänd uppstod frågan: Hur kunde 1800-talets och 1900-talets biologer och filosofer vara så säkra på att Darwin hade ryckt undan den biologiska grunden för designargumentet? Om forskarna på den tiden inte hade någon detaljerad förklaring av hur livet kan ha uppkommit, hur visste de då att design – verklig, medveten design – inte spelade in under detta avgörande skede?

I det här kapitlet ska jag berätta vad jag lärde mig när jag sökte svaret på dessa frågor. Jag kommer att beskriva några av de tidigaste vetenskapliga teorierna om livets uppkomst. Den bakgrunden är bra att ha, eftersom många av dagens teorier bygger på dessa tidigare försök. I det här kapitlet ska jag också lyfta fram något annat som jag lärde mig. Ända från början har vetenskapliga teorier om livets uppkomst med nödvändighet väckt djupare filosofiska frågor, inte bara om livet utan också om vad verkligheten ytterst sett är. Som jag dis-



kuterar i slutet av boken brottas vi med dessa filosofiska frågor än i dag. De är en väsentlig del av DNA-mysteriet.

Naturligtvis försökte forskarna under slutet av 1800-talet inte förklara hur biologisk information kan ha uppstått, ännu mindre den information som finns lagrad i DNA. De kände inte till DNA – åtminstone inte under det namnet – och biologisk information var inget begrepp inom deras tänkande. Men de försökte verkligen förklara hur livet kan ha uppkommit, och de var väl medvetna om vilka filosofiska implikationer deras teorier hade. Och trots att de visste så lite om hur cellen är uppbyggd och fungerar var de ofta märkligt säkra på hur förträffliga deras teorier var. Denna tillförsikt hade mycket att göra med Friedrich Wöhlers överraskande upptäckt (att han kunde syntetisera urinämne) och med hur forskarna på den tiden såg på livet.

## Den filosofiska bakgrunden

Ända sedan de gamla grekerna har det funnits två grundläggande synsätt i västerlandet när det gäller vad verkligheten ytterst sett är – två världsbilder, eller som tyskarna säger: "Weltanschauungen". Enligt det ena synsättet är tanken den yttersta verkligheten. Den materiella verkligheten kommer ur och/eller är skapad av en tänkande varelse som fanns före materien. Den yttersta verkligheten är därför tanken, inte materien. Det är därifrån allt annat kommer, eller åtminstone är det tanken som har förmågan att skapa den materiella världen. Platon, Aristoteles, de romerska stoikerna, de judiska filosoferna som Moses Maimonides och de kristna filosoferna som Thomas av Aquino stod alla för någon form av detta synsätt.<sup>51</sup> De flesta av den moderna vetenskapens grundare under den period som vetenskapshistorikerna kallar den vetenskapliga revolutionen (1300-1700) ansåg också att tänkandet var ursprungligare än materien. Många av dessa tidiga vetenskapsmän menade att deras studier av naturen bekräftade detta synsätt, att forskningen gav starka bevis för "ett intelligent och mäktigt väsende" (som sir Isaac Newton uttryckte det) bakom allt.<sup>52</sup> Synsättet kallas ofta *idealism* för att markera att idéerna kommer först och materien senare. *Teism* är den form av idealism som menar att Gud är källan till de tankar som ligger bakom och har skapat den materiella världen.

Enligt den motsatta uppfattningen är vårt fysiska universum, den fysiska naturen, den yttersta verkligheten. Allt kommer ur materia eller energi (eller båda delarna). De är självexisterande, inte skapade eller uttänkta. Växelverkan

mellan enkla materiella beståndsdelar frambringar i enlighet med naturlagarna först kemiska ämnen ur elementarpartiklarna, sedan komplexa molekyler ur de kemiska ämnena, sedan enkelt liv ur de komplexa molekylerna, sedan mer komplicerat liv och till slut medvetna varelser som människan. Enligt det här synsättet kommer materien först, och det medvetna tänkandet dyker upp mycket senare och bara som en biprodukt av de materiella processerna och av ostyrda evolutionära förändringar. De grekiska filosofer som kallades atomister, till exempel Leukippos och Demokritos, var kanske de första västerländska tänkarna som satte ungefär sådana här tankar på pränt.<sup>53</sup> Upplysningsfilosoferna Thomas Hobbes och David Hume kom också att anamma denna filosofi, att materien var först.<sup>54</sup> Efter att de flesta vetenskapsmän mot slutet av 1800-talet anslutit sig till Darwins evolutionsteori har detta blivit det vanliga synsättet hos forskare. Denna världsbild kallas antingen naturalism eller materialism, eller ibland vetenskaplig materialism eller vetenskaplig naturalism eftersom många av de forskare och filosofer som har detta perspektiv anser att det stöds av vetenskapliga fakta.

Denna urgamla konflikt mellan världsbilderna – kom tänkandet först eller materien? – ligger mitt i hjärtat av gåtan om livets uppkomst. Kan livets ursprung förklaras enbart utifrån materiella processer som själlösa kemiska reaktioner eller slumpmässiga kollisioner av molekyler? Kan det förklaras utan att man räknar med någon medveten designer? I så fall skulle den förklaringen göra en materialistisk världsbild mycket troligare, en världsbild som säger att hela verkligheten till hundra procent kan förklaras med hjälp av omedvetna materiella processer. Vem behöver återropa en medveten designer som ingen kan se för att förklara livets uppkomst, om de materiella processer vi ser omkring oss ger en tillräcklig förklaring? Om det å andra sidan finns något hos levande organismer som pekar mot en medveten designer, då uppstår andra filosofiska möjligheter. Vilket är den bästa förklaringen av livets uppkomst, en där materien eller tänkandet ses som ursprungligt? I båda fallen var den här frågan inte bara ett mycket intressant vetenskapligt forskningsområde, utan också ett ämne som ofrånkomligen väckte filosofiska frågor. För mig var detta en av anledningarna till att det var så intressant.

## **Mysteriet med det försvunna mysteriet**

Mot slutet av 1800-talet hade många vetenskapsmän gått över till den materialistiska världsbilden. Medan många av den moderna vetenskapens grundare – män som Johannes Kepler, Robert Boyle och Isaac Newton – var djupt re-

ligiösa, med övertygelsen att vetenskapens fakta pekade mot ett intellekt som låg bakom den ordning och design de såg i naturen, hade många forskare på slutet av 1800-talet börjat se kosmos som ett självständigt, självexisterande och självskapande system, som inte behövde någon övernaturlig orsak, ingenting som förgav det eller styrde dess utveckling.

Flera vetenskapliga teorier från 1800-talet stödde ett sådant synsätt. Inom astronomin hade till exempel den franske matematikern Pierre Laplace lagt fram en briljant teori känd som ”nebularhypotesen” för att förklara hur solsystemet kan ha uppstått enbart genom naturliga gravitationskrafter.<sup>55</sup> Inom geologin hade Charles Lyell förklarat hur jordens mest dramatiska terrängformationer – bergskedjor och bråddjupa floddalar – har uppstått genom långsamma, gradvisa och helt naturliga processer som erosion och sedimentation.<sup>56</sup> Inom fysik och kosmologi gjorde tron på rummets och tidens oändlighet det överflödigt att ställa frågan om materiens uppkomst. Och inom biologin hävdade Darwins teori om utveckling genom naturligt urval att en omedveten process kan förklara hur nya livsformer kan uppstå utan någon gud som ingriper, styr eller formger. Tillsammans gjorde dessa teorier det möjligt att förklara alla viktiga skeenden i universums historia, från tiden innan solsystemet uppkom ända fram till dagens livsformer, enbart med hjälp av naturliga processer. Ingen formgivare eller styrande intelligens var nödvändig. Materien hade enligt denna uppfattning alltid existerat och kunde själv organisera sig utan hjälp av någon förut existerande intelligens.

Men uppkomsten av det första livet var ett litet hål i den här noga uttänkta väven av naturalistiska förklaringar. Även om Laplaces nebularhypotes gav ytterligare stöd åt en materialistisk syn på världen, gjorde den det också svårare att förklara livet på jorden i rent materialistiska termer. Enligt Laplaces teori hade jorden en gång varit för het för liv, eftersom en miljö för levande organismer bara kunde uppstå när planeten hade svalnat till en temperatur under vattnets kokpunkt. Alltså innebar nebularhypotesen att livet inte alltid hade funnits utan måste ha uppkommit vid ett bestämt tillfälle under jordens historia.<sup>57</sup> Vetenskapliga materialister hade kunnat se på livet som något evigt och självexisterande, precis som materien. Men detta var inte längre någon trovärdig förklaring av livet på jorden. Det fanns en tid när jorden var utan liv. Och sedan uppstod livet. För många vetenskapsmän med ett materialistiskt tänkande betydde det att livet måste ha utvecklats ur någon icke-levande materia som fanns på jorden när den höll på att svalna. Men ingen kunde i detalj förklara hur detta skulle ha gått till. Som Darwin själv skrev år 1866: ”Även om jag tror att man någon

gång i framtiden kommer att klarlägga hur livet [uppkom], tycks det mig för närvarande ligga bortom vetenskapens gränser.”<sup>58</sup>

Problemet med livets ursprung blev vid den här tiden ännu mer akut genom att idén om ”uralstring”, att nytt liv ständigt uppstår ur materia som tidigare varit levande, visade sig vara felaktig. Denna teori gick igenom en serie motgångar under 1860-talet på grund av Louis Pasteurs undersökningar. Under 1860 och 1861 visade Pasteur att det finns mikroorganismer eller bakterier i luften som kan föröka sig under gynnsamma förhållanden.<sup>59</sup> Han visade att om det kommer in luft i sterila kärl blir kärlen förorenade av mikroorganismer. Pasteur hävdade att den ”uralstring” av mögel eller bakteriekolonier som man observerat på ruttnande mat eller kött, till exempel, kunde förklaras med att de som gjorde försöken inte lyckats förhindra mikroorganismer i luften från att komma till.<sup>60</sup> Pasteurs undersökningar tycktes vederlägga den enda naturalistiska teori om livets uppkomst som man vid den tiden experimentellt undersökte.<sup>61</sup>

Trots denna återvändsgränd verkade biologerna i slutet av 1800-talet knappast bekymrade alls över att man inte hade några detaljerade förklaringar av livets uppkomst. Den uppenbara frågan för mig var: Varför? Från min utkikspunkt 1986, då jag just fått höra om hur man kommit till ett dödläge i forskningen kring livets uppkomst, verkade denna bekymmerslöshet en smula gåtfull.

När jag under mitt första år i Cambridge började undersöka detta, upptäckte jag att forskarna faktiskt hade flera anledningar att ha den här inställningen. Även om många vetenskapsmän visste att Darwin inte hade löst gåtan om livets uppkomst, var de övertygade om att den skulle få sin lösning eftersom Friedrich Wöhlers experiment hade gjort ett sådant intryck på dem. Före 1800-talet hade många biologer nästan sett det som ett axiom att den materia som fanns i levande varelser var av en annan natur än icke-levande materia. Dessa biologer trodde att levande varelser hade någon immateriell egenskap eller kraft, en élan vital (livskraft), som gjorde organismerna till någonting kvalitativt annorlunda.<sup>62</sup> Forskare med den här uppfattningen kallades ”vitalister”, och många av de tidiga biologerna var vitalister.

Eftersom den gåtfulla ”livskraften” låg bakom den organiska materiens speciella egenskaper, ansåg vitalisterna att det var omöjligt att omvandla oorganisk materia till organisk. Den oorganiska materien saknade ju den där speciella ingrediensen – den immateriella ”livskraften”. Det var därför Wöhlers experiment var så revolutionerande. Han visade att två sorters oorganisk materia kunde förenas och bli organisk materia, inte så hedersam materia, men dock. Även om

några forskare fortsatte att stödja vitalismen en bra bit in på 1900-talet, måste de göra det av andra skäl.

På det viset hade Wöhlers experiment ett direkt inflytande på hur man såg på livets uppkomst. Om organisk materia kunde framställas i laboratoriet genom föreningen av två oorganiska ämnen, då kanske organisk materia kan ha bildats naturligt på samma sätt långt tillbaka i tiden. Om organiska ämnen kan uppstå ur oorganiska, varför skulle inte livet kunna uppstå på samma sätt? För om vitalismen hade så fel som det nu verkade, då är väl livet inget annat än en kombination av kemiska ämnen?

Andra forskningsgrenar som gick framåt gav stöd åt dessa tankar. På 1850-talet visade den tyske fysikern Hermann von Helmholtz, en pionjär inom studiet av värme och energi (termodynamik), att principen om energins bevarande gäller både levande och icke-levande system. Energins bevarande innebär att energi varken skapas eller förstörs under fysikaliska processer som förbränning i luften eller i cellerna, utan bara omvandlas till andra former.

Den kemiska energin i bensen, till exempel, används av en motor till att driva en bil framåt. Motorn förbränner bensen. Men energin i bensen förstörs inte; den omvandlas till värmeenergi som i cylindrarna omvandlas till mekanisk eller kinetisk energi för att driva bilen framåt. Helmholtz visade att samma princip om energins bevarande också gällde levande system: han mätte hur mycket värme muskelvävnad producerar under ansträngning.<sup>63</sup> Hans försök visar att även om musklerna förbrukar kemisk energi producerar de också energi genom det arbete de utför och den värme de alstrar. Att dessa processer är i jämvikt bekräftade det som blev känt som ”termodynamikens första lag”: energin varken skapas eller förstörs.

Innan termodynamikens första lag ens hade finslipats, använde Helmholtz en version av den för att argumentera mot vitalismen. Om levande organismer inte var underkastade lagen om energins bevarande, om en immateriell och omätbar kraft ”gratis” kan ge organismer energi, skulle evighetsmaskinen\* vara möjlig.<sup>64</sup> Men, hävdade Helmholtz, vi vet genom observation att detta är omöjligt. Andra forskningsresultat styrkte denna kritik av vitalismen. Under 1860- och 70-talen identifierade forskarna cellen som organismens energiomvandlare. Man gjorde försök på djurens andning som fastslog hur viktig kemisk analys är för att förstå andningen och andra energiprocesser i cellen.<sup>65</sup> Eftersom dessa nya kemiska ana-

---

\* En evighetsmaskin är en maskin som skulle kunna gå hur länge som helst utan tillförsel av energi. Övers anm.

lyser kunde redogöra för all energi cellen använde i ämnesomsättningen, tyckte biologerna allt mer att det var onödigt att hänvisa till livskrafter.<sup>66</sup>

De nya upptäckterna undergrävde den gamla vitalistiska läran, och stärkte också de vetenskapliga materialisternas självförtroende. Tyska materialister som biologen Ernst Haeckel förnekade att det skulle vara någon skillnad mellan levande och icke-levande materia: ”Vi kan inte längre göra någon grundläggande distinktion mellan organismer och anorgana [dvs det som inte lever].”<sup>67</sup> År 1858 utmanade en annan tysk biolog, Rudolf Virchow, vitalisterna i en essä med rubriken ”Den mekanistiska tolkningen av livet”. Han bad dem ”påvisa skillnaden mellan kemiska och organiska processer”.<sup>68</sup> Vitalismen var på nedgång, så Virchow formulerade frimodigt sin version av materialismens credo: ”Överallt pågår *endast* mekanistiska processer, med en obruten kedja av orsak och verkan.”<sup>69</sup> Livsprocesserna kunde nu förklaras utifrån fysikaliska och kemiska mekanismer. Eftersom mekanismer enligt vår erfarenhet har att göra med konkreta, materiella delar som rör sig (till exempel kugghjul som driver axlar) och inget annat, innebar det att organismernas funktioner nu kunde förklaras helt och hållet som ett samspel mellan materia och energi.

Detta synsätt gjorde det lätt för de vetenskapliga materialisterna att anta att det inte heller var så svårt att förklara livets uppkomst. Haeckel själv var en av de första som försökte. Om livet endast bestod av materia och energi, måste väl materia i rörelse – materiella processer – vara tillräckligt för att förklara livets uppkomst. För materialister som Haeckel var det självklart att forskarna skulle kunna förklara hur livet kommit till ur enklare kemiska ämnen, och att de kunde göra det enbart med hänvisning till materiella processer. För Haeckel var det inte bara vetenskapligt möjligt att förklara livets uppkomst materialistiskt; det var filosofiskt nödvändigt.<sup>70</sup>

## Evolution från början till slut

Många forskare på den här tiden såg materien som det grundläggande, det som kom först, och den dominerande bilden blev mer och mer bilden av evolution: naturen växer fram utan någon styrning. Nebularhypotesen och Darwins hypotes talade för att hela den evolutionära kedjan kunde vara obruten från början till slut. Jo, visserligen var livets uppkomst inte förklarad, men nog skulle den luckan snart fyllas igen, trodde man. Särskilt Darwins teori inspirerade många evolutionsbiologer att börja formulera teorier för att lösa gåtan om livets uppkomst.

Min handledare, doktor Kamminga, uttryckte detta på ett minnesvärt sätt. Hon noterade att framgångarna för Darwins teori inspirerade forskare att försöka ”utsträcka evolutionen bakåt” för att förklara uppkomsten av det första livet.

Det fanns flera anledningar till att Darwins teori inspirerade till sådana här försök. För det första var Darwin en föregångare. Han hade visat att det fanns en möjlig och helt och hållet materialistisk process genom vilken organismer gradvis kunde bilda nya strukturer och bli allt komplexare. Varför skulle inte en liknande process kunna förklara hur livet uppkommit ur kemikalier?

Darwins teori innebar också att dagens arter inte ägde någon inneboende, oföränderlig natur. Ända sedan Aristoteles hade de flesta biologer trott att varje art eller typ av organism hade en grundläggande, oföränderlig form. Många trodde att dessa former återspeglade en tanke hos den som formgivit dem. Men Darwin hävdade att arterna kan förändras eller omvandlas över tiden. Hans teori gick alltså emot denna urgamla syn på livet. Systematiska distinktioner som arter, släkten och klasser återspeglade inte oföränderliga former. De byggde på egenskaper som organismerna kanske bara har för en tid. De var tillfälliga och överenskomna, inte huggna i sten.<sup>71</sup> Om Darwin hade rätt var det meningslöst att hålla på strikta distinktioner inom biologin utifrån idén att naturens former aldrig förändras. Detta förstärkte övertygelsen att det inte fanns något oöverkomligt gap mellan det icke-levande och det levande. Kemiska ämnen kunde omvandlas till celler, precis som en art kunde omvandlas till en annan.<sup>72</sup>

Darwins teori betonade också miljöns betydelse för utvecklingen av nya livsformer. Om det uppstod förhållanden som gynnade en livsform mer än en annan, skulle det påverka populationens utveckling genom det naturliga urvalets inverkan.<sup>73</sup> Den här aspekten av teorin antydde att miljöförhållanden på ett avgörande sätt kan ha gjort det möjligt för livet att uppkomma ur livlösa kemiska ämnen. Det var i det här sammanhanget Darwin själv först spekulerade om livets uppkomst. I brevet 1871 till botanikern Hooker, det brev jag hade fått läsa i Cambridgebibliotekets arkiv, skissade Darwin på ett rent naturalistiskt scenario för livets uppkomst. Han betonade hur viktigt det var med rätta förhållanden och precis rätt blandning av kemiska ämnen för att liv skulle kunna uppstå: ”Det påstås ofta att alla villkor för den första produktionen av en levande organism nu är närvarande ... Men om (och o vilket stort om) vi kunde föreställa oss att det i någon liten varm damm, där alla slags ammoniumsalter och fosfater, - ljus, värme, elektricitet etc., fanns närvarande, på kemisk väg skulle bildas en proteinförening, färdig att undergå ännu mer komplexa förändringar; en sådan materia skulle idag genast uppslukas, eller absorberas, vilket inte skulle ha skett

innan några levande varelser uppstod.”<sup>74</sup> Även om Darwin medgav att hans spekulationer saknade empiriskt stöd, skulle hans grundläggande angreppssätt verka allt mer rimligt i och med att en ny teori om organiskt liv växte sig stark under 1860- och 70-talen.

## Protoplasmateorin

Under mitt första år som student i Cambridge stötte jag på ett uttalande av den ryske vetenskapsmannen Aleksandr Oparin. Oparin var 1900-talets obestridde pionjär inom forskningen kring livets uppkomst, och hans kommentar hjälpte mig att förstå ännu ett viktigt skäl till att 1800-talsforskarna inte var oroade över detta problem. ”Frågan om vad livet är och frågan om dess uppkomst går inte längre att skilja från varandra”, skrev han.<sup>75</sup>

För att förklara hur livet uppstod måste forskarna först förstå vad liv är för något. Den förståelsen definierar sedan vad det är deras teorier om livets uppkomst måste förklara. 1800-talsforskarna var inte så bekymrade över detta problem, för de trodde att det första enkla livet var – enkelt. De trodde inte det fanns så mycket att förklara. Biologerna på den här tiden antog att livets uppkomst skulle visa sig vara resultatet av några få, enkla kemiska reaktioner.

Då som nu var forskarna medvetna om att många invecklade strukturer i växter och djur såg ut att vara designade, något som Darwin förklarade som resultatet av naturligt urval och slumpmässiga variationer. Men för dessa forskare såg inte det encelliga livet särskilt designat ut, särskilt som de vid den här tiden inte kunde se i detalj hur enstaka celler var uppbyggda. Celler sågs som ”homogena och strukturlösa droppar av protoplasma”,<sup>76</sup> formlösa behållare av någon kemisk gelé, inte invecklade strukturer som såg designade ut.\*

På 1860-talet kom en ny teori om livet som stärkte detta synsätt. Den kallades ”protoplasmateorin” och satte likhetstecken mellan livsfunktionerna och en enda, speciell substans som man kallade protoplasma.<sup>77</sup> Enligt denna teori berodde de levande organismernas egenskaper på ett speciellt kemiskt ämne som fanns innanför cellväggarna. Idén byggde på flera forskningsresultat på 1840- och 50-talen.<sup>78</sup> En tysk botaniker, Hugo von Mohl, visade 1846 att växtceller innehåller ett kväverikt material som han kallade protoplasma.<sup>79</sup> Han visade också att växtcellerna behövde detta material för att kunna leva. Mohl och den

\* Haeckels formulering syftade inte på celler eller encelliga organismer i allmänhet, utan på de i hans ögon enklaste och ursprungligaste encelliga organismerna. Övers anm.



schweiziske botanikern Karl Nägeli föreslog senare att protoplasma låg bakom växtcellernas livsfunktioner och egenskaper och att cellväggen bara var "ett yttre lager som ligger på ytan av [cell]innehållet, utsöndrat av själva innehållet".<sup>80</sup>

Detta har visat sig vara otroligt felaktigt. Cellväggen är en separat och fantastisk sinnrik struktur med ett system av portar och kanaler som kontrollerar trafiken in i och ut ur cellen. Mohls och Nägelis betoning av cellinnehållets betydelse fick dock stöd 1850 när biologen Ferdinand Cohn visade att beskrivningarna av protoplasman i växtceller stämde överens med tidigare beskrivningar av "sarkod" som man funnit i håligheter i encelliga djur.<sup>81</sup> Genom att kalla sarkod för djurprotoplasma knöt Cohn samman sina och Mohls idéer. Eftersom både växter och djur behövde detta ämne för att kunna leva, fastslog Cohn att protoplasma var nödvändig för alla levande organismer. När från 1857 en serie artiklar skrivna av forskarna Franz Leybig, Heinrich Anton de Bary och Max Shultze framkastade tanken att celler kan existera utan cellmembran (numera vet man att det är omöjligt), tyckte vetenskapsmännen att de med allt större rätt kunde betrakta protoplasman som livets oundgängliga ingrediens.<sup>82</sup> Så när den kände brittiska vetenskapsmannen Thomas Huxley 1868 i ett mycket omskrivet föredrag uttalade att protoplasman utgjorde "livets fysikaliska bas eller livets materia", uttryckte detta påstående vad allt fler vetenskapsmän ansåg.<sup>83</sup>

Med livets kemiska grundval definierat av protoplasmateorin verkade det rimligt att de rätta kemikalierna i den rätta miljön skulle kunna förenas till den enkla substans som protoplasman var. I så fall kanske livets uppkomst skulle kunna förklaras i form av enkla kemiska reaktioner, ungefär som när väte och syre förenas till vatten. Om vatten kunde uppstå i föreningen av ämnen som inte alls liknade vatten, då kunde kanske livet uppstå i föreningen av enkla kemiska ämnen som i sig själva inte alls liknade levande protoplasma.

## **Tidiga teorier om livets uppkomst: den kemiska tvåstegmodellen**

Jag upptäckte ytterligare ett skäl till forskarnas orubbade övertygelse att livets och universums uppkomst kunde förklaras materialistiskt. Från och med slutet av 1860-talet började man komma med materialistiska teorier om hur livet uppkommit. Och under en stor del av de följande 85 åren (med undantag för de första två decennierna av 1900-talet) höll dessa teorier jämna steg med de nya vetenskapliga rönen om livets komplexitet. Med andra ord, under större delen

av tiden kunde teorierna om hur livet uppstod förklara det forskarna visste om vad livet är för något.

Två forskare, Thomas Henry Huxley och Ernst Haeckel, var först med att lägga fram teorier om hur livet uppstått ur icke-levande kemiska ämnen. Även om Huxley var britt och Haeckel tysk hade de två mycket gemensamt intellektuellt. Båda förkastade vitalismen. Båda var starka försvarare av Darwins evolutionära förklaring om arternas uppkomst. Båda var ivriga materialister. Och båda hade beskrivit och försvarat protoplasmateorin. I dessa avseenden förkroppsligade Huxley och Haeckel de olika skälen till den tidens sorglöshet när det gällde frågan om livets uppkomst. De formulerade var för sig en teori om abiogenes (hur liv kommer ur icke-levande materia) som återspeglade denna grundläggande inställning.

Huxley tänkte sig att livet hade uppstått genom en enkel kemisk process i två steg. Först hade enkla ämnen som kol, väte, kväve och syre reagerat med varandra och bildat föreningar som vatten, kolsyra och ammoniak.<sup>84</sup> Därefter trodde Huxley att dessa föreningar, under vissa inte specificerade omständigheter, slogs samman till protoplasma, livets kemiska huvudingrediens.

Under tiden bjöd Haeckel<sup>85</sup> i Tyskland på lite mer detaljer, men inte mycket. Han menade att ”konstruktiva inre krafter” eller ”formativa tendenser” i själva materien – till exempel sådana som får kristaller att bildas – låg bakom livets självutveckling. Han försäkrade att det är samma krafter som åstadkommer form både i oorganiska kristaller och i levande organismer.<sup>86</sup> För Haeckel kunde alltså livets uppkomst förklaras med den spontana kristalliseringen av ”formlösa proteinbitar” ur enklare kolföreningar.<sup>87</sup> Haeckel trodde att när de första encelliga organismerna, som han kallade Monera, hade bildats, uppnådde de gradvis sin (i hans ögon) relativt enkla struktur genom att ta till sig nya ämnen från omgivningen. Eftersom de var halvflytande kunde de sedan successivt fortsätta att omformas i sin inre struktur.<sup>88</sup> Han ansåg dock att det definitiva, livsskapande steget hade tagits när dessa ”homogena och strukturlösa droppar av protoplasma” spontant hade kristalliserats.<sup>89</sup>

Även Huxley uppfattade levande materia som något som nästan inte gick att skilja från oorganiska kristaller. Många andra biologer tänkte på liknande sätt. Eduard Pflüger, Karl Wilhelm von Nägeli, August Weismann och Oscar Loew menade alla att livets grundläggande egenskaper hade att göra med ett speciellt kemiskt ämne, inte med komplexa processer mellan många samverkande delar.<sup>90</sup> Pflüger trodde till exempel att närvaron av kol och kväve (i form av cyanradikalen -CN) var det som skilde ”levande” proteiner från ”döda”.<sup>91</sup> Genom

att sätta likhetstecken mellan livets innersta natur och någon speciell kemisk beståndsdel som ”levande proteiner” (Pflüger), ”aktiva proteiner” (Loew), ”bioferer” (Weismann), ”probionter” (Nägeli) eller ”homogen protoplasma” (Haeckel och Huxley) gjorde forskarna på 1870- och 80-talen det enkelt att förklara livets uppkomst. Fast det var bara så länge deras förenklade bild av naturen var förhärskande som deras lika förenklade modeller för livets uppkomst verkade trovärdiga.

Under de följande sextio åren reviderade biologerna och biokemisterna successivt sin syn på vad livet är för något. Under 1890-talet började forskarna lära sig om enzymer och andra typer av proteiner. Före 1894 hade man bara observerat katalytiska reaktioner genom enzymer utanför cellen.<sup>92</sup> När laboratorietekniken gick framåt kunde forskarna börja undersöka vad enzymerna gjorde inuti cellerna. Man upptäckte enzymer som låg bakom metaboliska reaktioner som oxidering, jäsning, fettsyntes och proteinsyntes och en ny teori, ”enzymteorin”, började ersätta protoplasmateorin.<sup>93</sup> Kring sekelskiftet hade de flesta biologer börjat se på cellen som ett synnerligen komplext system av samverkande kemiska reaktioner – inte alls något som tillfredsställande kunde förklaras genom vaga hänvisningar till kristalliseringsprocesser. Under en tid hejdade denna växande insikt om cellens kemiska komplexitet alla försök att förklara livets uppkomst. Men från och med 1920-talet formulerade en banbrytande rysk vetenskapsman en ny teori för att uppdatera forskningen utifrån vad man lärt sig.

## Oparin rycker in

En ny teori om *evolutionär* abiogenes\*, där enkla kemikalier under flera miljarder år successivt transformerats till komplicerade metaboliska system<sup>94</sup>, lades i maj 1922 fram inför Ryska botaniska sällskapet av den unge sovjetiska biokemisten Aleksandr I Oparin (1894-1980).<sup>95</sup> Oparin publicerade sin teori på ryska 1924, och utvecklade och förfinade den sedan, varefter han publicerade den på engelska 1938. Båda böckerna kallades helt enkelt ”Livets uppkomst”.

Oparins intresse för ämnet väcktes när han hörde växtfysiologen Kliment Arkadiejevich Timiriazev föreläsa om darwinismen. Denne var själv en ivrig darwinist. ”Enligt Oparin”, skriver vetenskapshistorikern Loren Graham, ”beskrev Timiriazev den darwinistiska evolutionen och det revolutionära politiska tänkandet som så nära sammankopplade att de egentligen var samma sak. Enligt

\* Abiogenes: hur liv kommer ur icke-levande materia. Övers anm.

detta synsätt var darwinismen materialistisk, den manade till förändring inom alla områden, den var ateistisk, den var politiskt radikal och den orsakade en omvandling av tanken och politiken”.<sup>96</sup>

Oparin var en fascinerande person från en fascinerande tid. När han först lade fram sin teori hade det bara gått fem år sedan den bolsjevikiska revolutionen. Oparin bodde då i Moskva, där Marxistiska slagord och tankar var populära, särskilt i intellektuella kretsar.<sup>97</sup> Jag tyckte först att det var lite underligt att någon kunde fundera över något så till synes avlägset som livets uppkomst samtidigt som omstörtande förändringar skedde i samhället, men sedan upptäckte jag att många av de tidiga marxisterna var intresserade av ämnet. Marx hade själv korresponderat med Darwin, och han ansåg att Darwins evolutionsteori ställde hans egen teori om samhällenas utveckling på säker materialistisk och vetenskaplig grund.<sup>98</sup>

Friedrich Engels, Marx ideologiske vapendragare, skrev faktiskt en uppsats om livets uppkomst.<sup>99</sup> Liksom Marx var han övertygad om att större samhällsförändringar sker genom plötsliga urladdningar när de materiella förhållandena i samhället förändras. Han ville visa att en liknande ”revolution” låg bakom livets första framträdande, och därigenom visa att den marxistiska doktrinen var rimlig.



Bild 2.1. Alexandr Oparin (1894-1980), banbrytande biokemist och evolutionsteoretiker.

En viktig marxistisk tanke var att en liten kvantitativ förändring i någon pressad situation plötsligt kunde resultera i en kvalitativ eller revolutionär förändring. Arbetarna kunde till exempel känna sig allt mer missnöjda med och utstötta ur det kapitalistiska systemet, men till slut skulle denna känsla explodera i en plötslig revolution som ledde till ett helt nytt samhällssystem. Engels tänkte han kunde illustrera detta viktiga marxistiska begrepp genom att visa att en ökande komplexitet i ett system av kemiska ämnen plötsligt kunde frambringa en kvalitativ (dvs revolutionär) förändring i systemet, vilket ledde till att liv uppstod.<sup>100</sup>

Var Oparin påverkad eller motiverad av sådana specifikt marxistiska tankar? Förutom Timiriazev, vilkens politiska idéer enligt Oparin var ”mycket progressiva” och leninistiska, hade Oparin efter 1920 också en nära relation till en äldre marxistisk biokemist och före detta revolutionär, A.N. Bakh.<sup>101</sup> Men det är inte klart hur mycket marxismen i sig påverkade Oparins tänkande kring livets uppkomst. Det vi vet är att han förkastade alla former av idealism. Han hade en helt och hållet materialistisk syn på tillvaron. Därför förstod han att frågan om livets uppkomst måste lösas inom ramarna för en materialistisk världsbild.<sup>102</sup>

Samtidigt menade Oparin att det fanns flera vetenskapliga skäl att anta att livets uppkomst kunde förklaras med hjälp av kemiska processer och inget annat. För det första var det Wöhlers omtalade syntes av urinämne, som visade att både levande och icke-levande materia byggde på samma kemi. Jag kunde se i det Oparin skrev att Wöhlers experiment fortfarande efter hundra år hade ett djupt inflytande på hur forskarna såg på naturen och livets uppkomst. För Oparin bevisade Wöhlers experiment att ”det är inget speciellt eller mystiskt” med det som sker i en levande cell ”som inte kan förklaras i termer av generella fysikaliska och kemiska lagar”. Oparin noterade också att flera andra livlösa ämnen, inte bara urinämne, har drag som man en gång trodde bara fanns hos levande organismer.<sup>103</sup> Kol, till exempel, det grundämne som finns i all levande protoplasma och alla organismer, förekommer också naturligt i icke-levande mineraler som grafit, diamant, marmor och pottaska. Dessutom, resonerade Oparin, har många oorganiska material precis som levande organismer en inre kemisk struktur. Material som kristaller och magneter har en mycket tydlig och regelbunden struktur. Kristaller kan till och med reproducera sig själv, fast inte på samma sätt som celler. Även om Oparin erkände att livlösa material som kristaller inte har den sorts ”komplicerade ordning” som man finner i levande celler, gjorde de likheter han ändå såg mellan det levande och det icke-levande honom optimistisk om att forskarna skulle kunna förklara livets uppkomst i termer av vanliga kemiska processer.<sup>104</sup>

Nu när man visste att många komplexa kemiska reaktioner pågick i cellen, ansåg dock Oparin det omöjligt att återgå till någon idé om spontan uppkomst av livet. Han skrev: ”Tanken att en så komplicerad struktur med i detalj utarbetad organisation skulle uppstå spontant under loppet av några timmar är lika vild som tanken att grodor kan formars av majdagg eller möss uppstå ur spannmål.”<sup>105</sup> I stället måste den biologiska strukturen, som han såg det, ha utvecklats gradvis ur enklare kemiska ämnen under en lång tidsperiod.<sup>106</sup>

## Oparin lägger grunden

Enligt Oparins teori fanns det många enskilda steg på väg till livets uppkomst. Ändå kan processerna i hans teori delas upp i två huvudfaser. Den första delen av teorin beskrev hur livets kemiska beståndsdelar uppstod ur mycket enklare kemiska ämnen i jordatmosfären och haven. I nästa fas uppstod den första organismen ur dessa molekylära komponenter. Låt oss börja med att titta på den första fasen i Oparins scenario.

Oparin trodde att den tidiga jorden hade en kärna av tunga metaller.<sup>107</sup> När jorden svalnade efter att först ha formats, antog Oparin att kärnan drog ihop sig så att det uppstod sprickor och rännor på jordytan. Tungta metaller från kärnan reagerade då med kol och bildade föreningar som kallas järnkarbider. Dessa föreningar pressades upp till jordytan som tandkräm genom en tub (se bild 2.2).

Efter att ha kommit till ytan började karbiderna reagera med atmosfären. År 1936 hade Oparin börjat tänka att den tidiga jordens atmosfär inte hade något fritt syre. I stället tänkte han sig en tidig atmosfär med en giftig blandning av energirika gaser som ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), dikarbon ( $\text{C}_2$ ), cyan ( $\text{CN}$ ), vattenånga och enkla kolväten som metylen ( $\text{CH}_2$ ). Sedan föreställde han sig att dessa väterika molekyler i atmosfären reagerade med järnkarbiderna när de kom upp på jordytan, vilket resulterade i tunga energirika kolväten, de första organiska molekylerna.<sup>108</sup>

De föreningar<sup>109</sup> som skapades på detta sätt reagerade sedan med ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) i atmosfären och bildade olika kväverika föreningar.<sup>110</sup> Detta var ett viktigt steg, för Oparin visste att aminosyrorna som bygger upp proteiner innehåller mycket kväve. Oparin antog också att energirika derivat av kolväten i vatten kunde delta i alla typer av kemiska reaktioner i cellen, inklusive polymerisation. Detta var viktigt, eftersom det är genom polymerisation som aminosyror sätts ihop till proteiner. Oparins förslag var alltså att dessa derivat av kolväten reage-

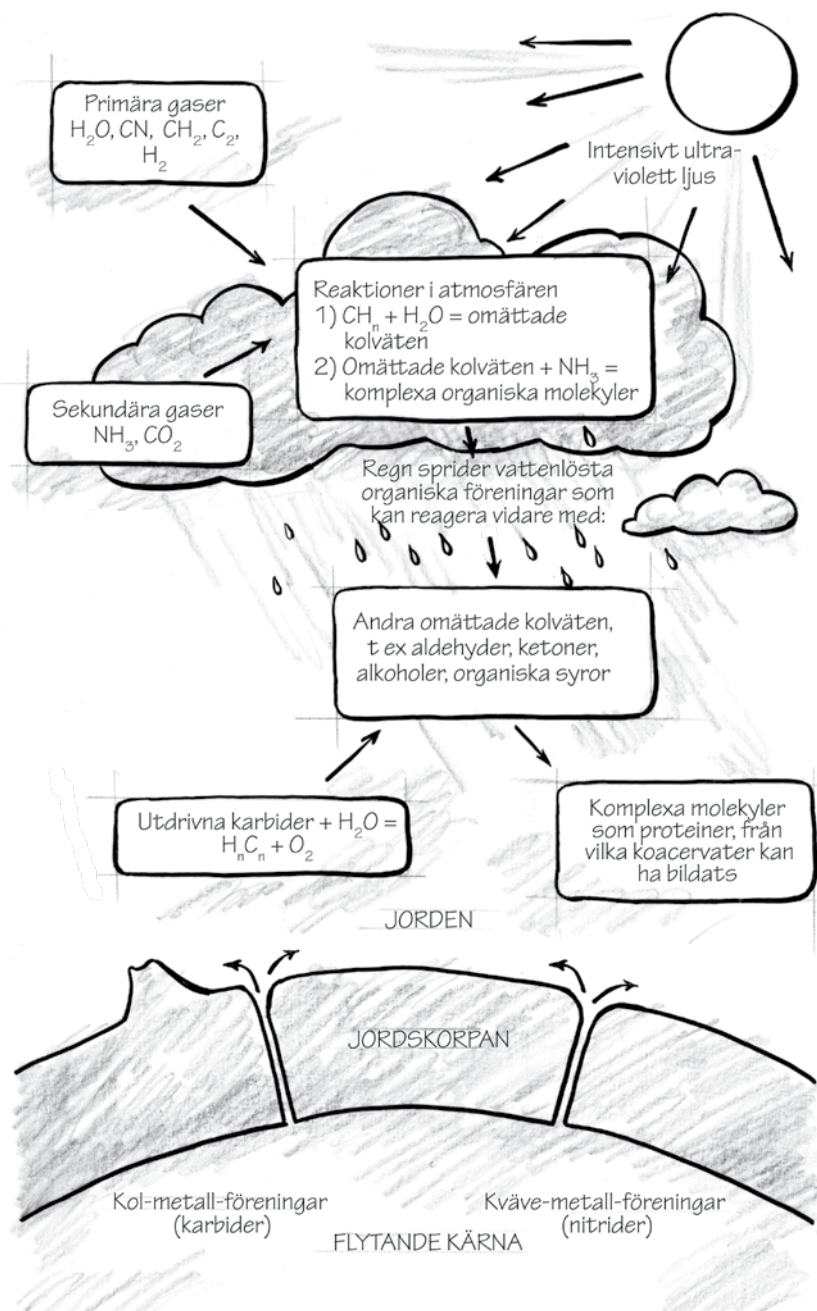


Bild 2.2. Oparins scenario 1936 av hur livet uppkom på den tidiga jorden.

rade med varandra och med andra ämnen i haven så att det uppstod aminosyror, som sedan länkades samman till proteiner.

## Oparins förklaring till de första organismerna

I den andra fasen av sitt scenario använde Oparin specifikt darwinistiska begrepp för att förklara hur organiska molekyler förvandlades till levande organismer. Särskilt föreslog han att det uppstod en kamp för tillvaron mellan små, avgränsade proteinsamlingar. Denna kamp ledde så småningom till uppkomsten av primitiva celler inom vilka det pågick alla möjliga slags komplexa kemiska reaktioner. Men innan han kunde beskriva hur kampen mellan protoceller ledde till liv måste Oparin finna en kemisk struktur som kunde fungera som en primitiv cell, eller åtminstone som ett primitivt cellmembran. Han behövde en icke-levande struktur som kunde innesluta proteiner och avskilja dem från omgivningen.

Han fann det han sökte i ett arbete av en okänd holländsk kemist som hette H G Bungenberg de Jong. Denne beskrev 1932 en struktur som han kallade ett "koacervat" (från latinets *coacervare*, "att samla ihop"). Ett koacervat är en grupp fettmolekyler som sluter sig samman som en boll, eftersom de stöter ifrån sig vatten. (Se bild 2.3.) Eftersom dessa fettmolekyler, eller lipider, har en ända som stöter ifrån sig vatten och en som drar till sig vatten, bildar de strukturer som både avvisar vatten på utsidan och innesluter vatten på insidan. Dessa koacervat definierar alltså en tydlig gräns mot omgivningen. De tillåter till och med organiska molekyler att passera in i eller ut ur strukturen, ungefär som ett cellmembran.

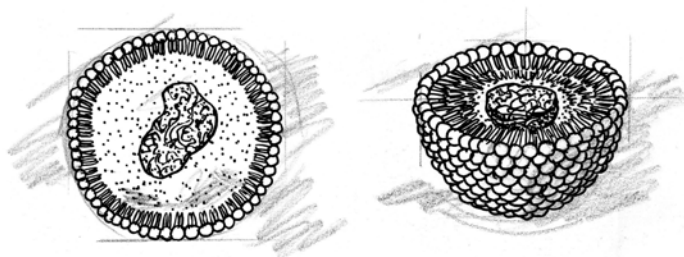


Bild 2.3. Tvådimensionell genomskäring av koacervat (till vänster).  
Tredimensionell skiss av halv koacervat (till höger).