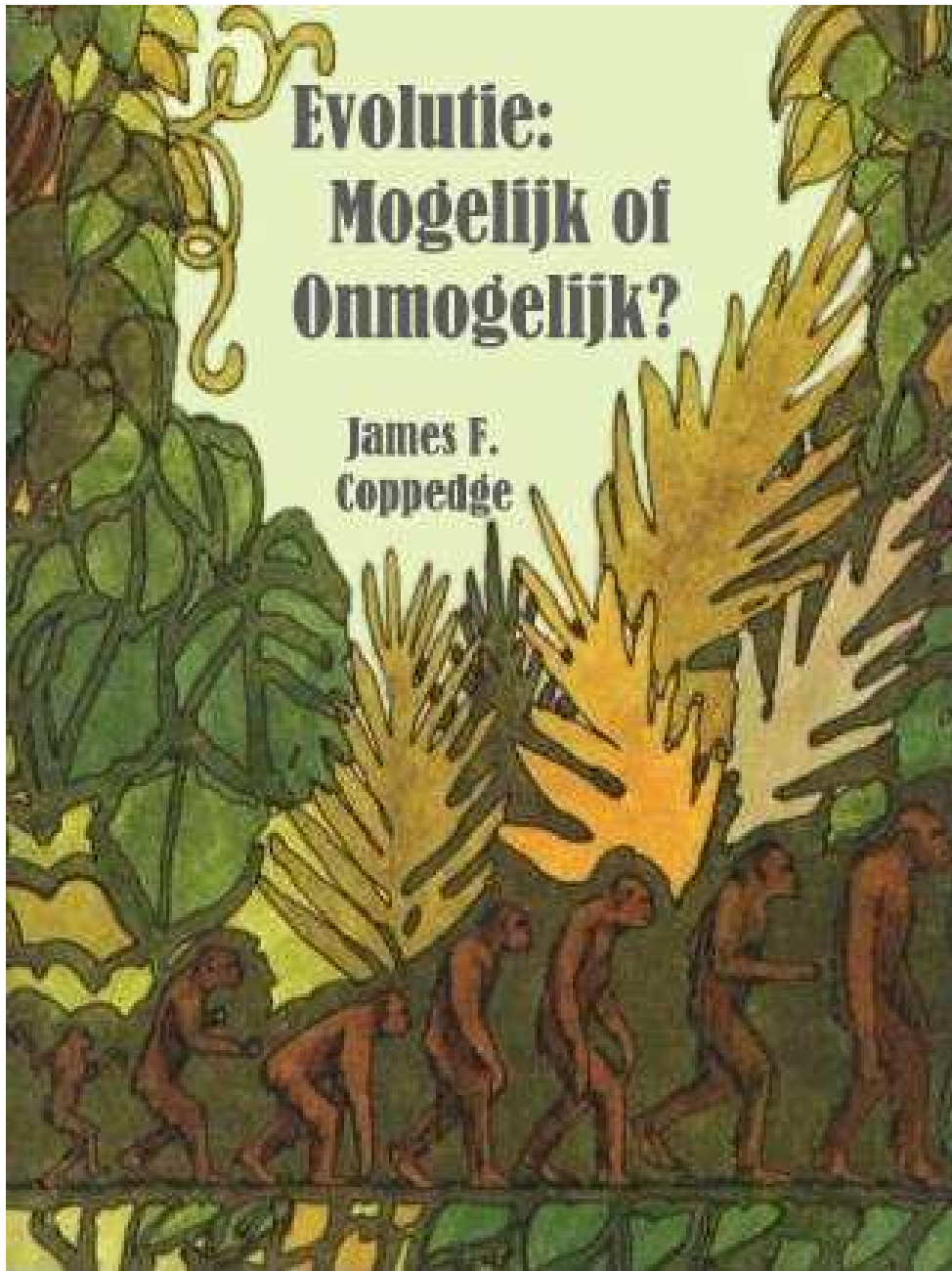


Evolutie: Mogelijk of Onmogelijk?

**James F.
Coppedge**



**MOLECULAIRE BIOLOGIE EN DE WETTEN VAN DE KANSREKENING
IN NIET-TECHNISCHE TAAL**

Een nieuwe benadering van het onderwerp, gebaseerd op opwindende recente ontdekkingen met betrekking tot proteïnes en DNA, de "gulden molecule" van de erfelijkheid.

door

JAMES F. COPPEDGE, Ph.D.

Waarschijnlijkheidsonderzoek in Moleculaire Biologie

GEPUBLICEERD DOOR
PROBABILITY RESEARCH IN MOLECULAR BIOLOGY
Northridge, California 91321

*Opgedragen aan mijn moeder
Annie Ogilvie Coppedge
wiens stelligheid altijd een inspiratie is geweest*

EVOLUTIE: MOGELIJK OF ONMOGELIJK?
Copyright © 1993, James F. Coppedge
Northridge, California

Eerste privé herdruk 1993 Dit is een vertaling van een herdruk van de originele versie die in 1973 werd gedrukt door The Zondervan Corporation, Grand Rapids, Michigan. Acht verschillende (her)drukken werden door Zondervan uitgegeven.

Met dank aan:

SCIENTIFIC AMERICAN, INC., voor toestemming om de diagrammen en illustraties in dit boek te herdrukken.

ACADEMIC PRESS, New York, voor toestemming om een citaat op te nemen van A. I. Oparin, *Genesis and Evolutionary Development of Life*, Copyright © 1968.

Alle rechten voorbehouden. Geen enkel deel van dit boek mag in welke vorm dan ook gereproduceerd worden zonder toestemming van de copyrighthouder, met uitzondering van korte, niet voor verkoop bestemde citaten.

Internet Editie Copyright © 2000 Master Plan Productions
Santa Clarita, California

Inhoud

LIJST VAN AFBEELDINGEN.....	7
VOORWOORD.....	8
DANKWOORD.....	9
INTRODUCTIE	10
DE GULDEN MOLECULE.....	10
HET TOEPASSEN VAN DE WAARSCHIJNLIJKHEIDSTHEORIE	11
WETENSCHAP EN WETENSCHAPSFILOSOFIE	11
DE WAARDE VAN ZEKERHEID VOOR JEZELF	13
ZIJN EVOLUTIE EN WETENSCHAP SYNONIEM?	15
HET IS NU MOGELIJK OM ZEKERHEID TE HEBBEN	16
WAT MAAKT DIT BOEK DAN BIJZONDER?	16
JE ZEKERHEID KAN BIJ DE TIJD BLIJVEN	17
DE OPZET VAN DIT BOEK.....	17
HOOFDSTUK 1 - HOE DE “KANSWETTEN” JOU BEÏNVLOEDEN.....	20
HET PAD DAT WE ZULLEN VOLGEN	20
WIE ONTRAADSELDE DE KANSWETTEN?	21
WAARSCHIJNLIJKHEIDSTHEORIE IN DE MODERNE NATUURKUNDE.....	21
BOEKEN OVER WAARSCHIJNLIJKHEID	22
ZIJN DE KANSWETTEN INTUÏTIEF?	22
WANNEER WAARSCHIJNLIJKHEID NIET VAN TOEPASSING IS.....	23
HET IS GEPAST OM WAARSCHIJNLIJKHEIDSTHEORIE OP EVOLUTIE TOE TE PASSEN.....	23
WAARSCHIJNLIJKHEID – NIET ALTIJD WAT MEN ZOU VERWACHTEN	24
BEWIJS HET VOOR JEZELF ZODAT JE ER ZEKER VAN KAN ZIJN	24
HOOFDSTUK 2 – HET HART VAN DE MODERNE WAARSCHIJNLIJKHEIDSTHEORIE.....	26
DE WET VAN DE GROTE GETALLEN	26
MAAK JE EXPERIMENTEN WETENSCHAPPELIJK	26
DE VERMENIGVULDIGINGSREGEL (LEER DEZE GOED!).....	27
KAN TOEVAL TOT TIEN TELLEN?	28
VERKORT DE TIJD VAN JE EXPERIMENTEN.....	28
HET WOORD “EVOLUTION” DOOR TOEVAL SPELLEN	28
MEER EXPERIMENTEN VOOR HET TOEVAL	28
TOEVAL IS ACHTERLIJK.....	29
SPECIALE OPMERKING VOOR DE LEZER.....	29
HOOFDSTUK 3 - HET MYSTERIE VAN DE LINKSDRAAIENDE MOLECULEN IN PROTEÏNES.....	31
HET BEGRIP VAN PROTEÏNES – COMPLEX, MAAR TOCH VOLGENS EEN EENVOUDIG PLAN GEBOUWD.....	31
PROTEÏNES ZIJN KETENS VAN AMINOZUUR-MOLECULEN.....	32
AMINOZUREN ZIJN OOK OPGEBOUWD OP BASIS VAN EEN EENVOUDIG PLAN	32
HOE KAN EEN MOLECULE LINKSDRAAIEND ZIJN?.....	33
ALLEEN LINKSHANDIGE AMINOZUREN IN PROTEÏNES.....	34
POGINGEN OM HET LINKSHANDIGE FENOMEEN TE VERKLAREN	35
ER IS GEEN BEVREDIGEND ANTWOORD GEVONDEN	36
GEEN NATUURLIJKE OPLOSSING TENZIJ TOEVAL DIT EFFECT ZOU HEBBEN KUNNEN PRODUCEREN	36
LINKS- EN RECHTSDRAAIENDE AMINOZUREN KUNNEN VERBONDEN WORDEN	37
ZULLEN TEGENSTELDE DRAAIRICHTINGEN MET HETZELFDE GEMAK EEN VERBINDING AANGAAN?	37
HOOFDSTUK 4 – DE KANS OP PROTEÏNES MET ALLEEN LINKSDRAAIENDE COMPONENTEN.....	41
HET MEEST EENVOUDIG MOGELIJKE LEVENDE DING	41
ALLE PROTEÏNES GEBRUIKEND DIE OOI OP AARDE HEBBEN BESTAAN	42
DE WAARSCHIJNLIJKHEID BEREKEND BIJ 6/7 VOORKEUR VOOR DEZELFDE DRAAIRICHTING	43
CONCLUSIE: GEEN VOORSTELBARE WAARSCHIJNLIJKHEID	44
DE WIJSHEID INGEBOUWD	44
HOOFDSTUK 5 – WAAR NATUURLIJKE SELECTIE FAALT	46
HET PROCES VAN NATUURLIJKE SELECTIE	46
NATUURLIJKE SELECTIE KAN NIET SELECTEREN WAT ER NIET IS!	46
HET FALEN VAN MUTATIES OM EVOLUTIE TE VERKLAREN	47
MUTATIES PRODUCEREN GEEN NIEUWE KARAKTERISTIEKEN.....	48
NATUURLIJKE SELECTIE KAN DE AANPASSINGEN VOOR “FIJNAFSTELLING” NIET VERKLAREN	49
MICRO-MUTATIES EN LANGE TIJDSPERIODEN.....	49
POGINGEN OM NIEUWE METHODEN TE VINDEN, ANDERS DAN MUTATIES	50

NATUURLIJKE SELECTIE IS HULPELOOS VOORDAT ER DUPLICATIE-METHODEN ZIJN	50
COMPUTERS DIE HUN VETO OVER NATUURLIJKE SELECTIE HEBBEN UITGESPROKEN	51
DARWIN GAF EEN FOUT TOE DIE ZIJN THEORIE VERZWAKT	52
DE MISDAAD VAN DIT TIJDPERK	52
HOOFDSTUK 6 – WAARSCHIJNLIJKHEID EN DE EERSTE PROTEÏNES	55
VERKEERDE IDEEËN OVER WAARSCHIJNLIJKHEID	55
ENKELE PROTEÏNES BESCHREVEN	56
DE PROTEÏNE-VERBINDINGEN MOETEN IN DE JUISTE VOLGORDE ZIJN	56
DE KANS OP EEN ENKELE INSULINE-MOLECULE	58
BRUIKBARE PROTEÏNES EN NONSENSE-KETENS VAN AMINOZUREN	58
TOEZEGGINGEN DOEN OM HET VOOR HET TOEVAL WAT GEMAKKELIJKER TE MAKEN	60
ALLE ATOMEN OP DE AARDE GEBRUIKEN OM PROTEÏNES DOOR TOEVAL TE MAKEN	61
DE KANS OP EEN GEMIDDELDE PROTEÏNE DOOR TOEVAL SINDS HET BEGIN VAN DE AARDE	61
HET VERKRIJGEN VAN EEN VERZAMELING PROTEÏNE-MOLECULEN VOOR MINIMAAL LEVEN	61
DE TWEEDE PROTEÏNE IS MOEILIKER	62
GEEN VOORSTELBARE KANS OP SUCCES	62
EEN ANDERE EXTREME CONCESSIE OM HET TOEVAL TE HELPEN, MAAR ALLEMAAL TEVERGEEFS	63
EEN MEER REALISTISCHE BEREKENING	63
HOOFDSTUK 7 – HOE GROTE GETALLEN JOU KUNNEN HELPEN	68
WAAROM HET BEGRIIPEN VAN GROTE GETALLEN BELANGRIJK IS	68
VOORBEELDEN VAN GROTE GETALLEN	68
EEN GETAL TE GROOT OM VOOR TE STELLEN	69
DE ZAAK VAN DE REIZENDE AMOEBE	69
WAAROM SOMMIGE WAARSCHIJNLIJKHEDEN ZO KLEIN ZIJN	69
DE KANSWETTEN ZIJN BETROUWBAAR	70
BEREKENINGEN KUNNEN WETENSCHAPPELIJK ZIJN – EEN HERHAALBARE STUDIE	70
MODERN ATHEÏSME IS EEN PLAATSVERVANGER VOOR GOD	70
PRAKTISCHE ONMOGELIJKHEID	71
HOOFDSTUK 8 - DNA — “DE MEEST GULDEN VAN ALLE MOLECULEN”	73
AFMETING VAN DE DNA-MOLECULE	73
EEN SNELLE MANIER OM HET PLAN VAN DE CODE TE BEGRIIPEN	73
DE EXOTISCHE “DUBBELE SCHROEF” VAN HET DNA	74
LETTERS VAN DE UNIVERSELE TAAL	77
VAN VIER LETTERS NAAR VIERENZESTIG DRIETALLEN	77
VERTALEN NAAR PROTEÏNES	78
HOE DNA ZICHZELF DUPLICEERT	78
COMPLEMENTAIRE PAREN ZIJN HET GEHEIM VAN REPLICATIE	79
DE TAAL VAN HET LEVEN SAMENGEVAT	79
EEN TAAL DUIDT OP EEN INTELLIGENTE BRON	79
HOOFDSTUK 9 – DE OPMERKELIJKE MANIER WAAROP DE CEL TRANSCRIPTIE VAN DNA UITVOERT	82
DNA LEIDT DE ACTIVITEITEN VAN DE CEL	82
DE TRANSCRIPTIE VAN DNA NAAR RNA WERKKOPIEËN	82
HET TRANSCRIPTIEPROCES	83
UITGESCHAKELDE GENEN EN VERFIJNDE BEDIENINGSSYSTEMEN	83
“RIBOSOMEN” DIE DE RNA-KOPIE VERWERKEN	84
TRANSFER-RNA, HET TRANSPORTVOERTUIG VOOR AMINOZUREN	86
DE ENZYM “VERTALER”	87
HET VERTALINGSPROCES SAMENGEVAT	87
NIEUWE ONTDEKKINGEN ONTHULLEN ZELFS NOG MEER PRECISIE	88
UITERMATE GEORGANISEERDE EFFICIËNTIE IN EEN COMPLEX SYSTEEM	88
BRON VAN HET SYSTEEM	89
EVOLUTIE HEEFT GEEN OPLOSSING VOOR DE OORSPRONG VAN HET LEVEN	89
HOOFDSTUK 10 – ZOU PUUR TOEVAL DE CODE VOOR EEN GEN KUNNEN RANGSCHIKKEN?	92
HET DNA-SYSTEEM ROEPT BEWONDERING OP	92
HET ENIGE DUPLICATIE-SYSTEEM	92
EEN GEN IS DE “PARAGRAAF” VAN HET BERICHT	93
ALLE ATOMEN IN HET UNIVERSUM GEBRUIKEND	93
HET AANTAL MOGELIJKE VOLGORDES IN EEN GEN	93
DE KANS OP ÉÉN GEN IN HET HELE UNIVERSUM	94
HOE LANG IS 10 ¹⁴⁷ JAAR?	94
WILLEKEURIGE GEBEURTENISSEN DOOR WETTEN GEREĞULEERD	94
DE MISVATTING DAT TIJD HET EXTREEM ONWAARSCHIJNLIJKE KAN PRODUCEREN	95
HET VERSPILLEN VAN “INTELLECTUELE PAARDEKRACHTEN”	96

DE AMOEBE VERTRAGEND TOT ÉÉN ANGSTROM IN VIJFTIEN MILJARD JAAR	96
VOOR HET TWEDE GEN ZOU EEN ONBEPAALD LANGERE TIJD NODIG ZIJN	96
DE ENKELE KANSWET	97
LOGICA VEREIST HET GELOOF IN EEN ONTWERPER	97

----- Einde van de online versie van dit boek -----

HOOFDSTUK 11 – WAAROM IS EVOLUTIE ALGEMEEN GEACCEPTEERD?

WETENSCHAPPERS ZIJN FEILBARE WEZENS	
MATE VAN VERPLICHTING TEGENOVER EVOLUTIE	
EEN MODIEUS VERKEERD IDEE	
COLUMBUS EN DE INDIANEN: DE KWESTIE VAN DE INVALSHOEK	
DE VREES VOOR TELEOLOGIE ALS EEN BEDREIGING VAN DE MENSELIJKE IJDELHEID	
EVOLUTIE ALS EEN RELIGIEUS GELOOF	
VOORINGENOMENHEID TEGEN HET BOVENNATUURLIJKE	
THEÏSTISCHE EVOLUTIE: EEN COMPROMIS?	
WAAROM GOD DE ZAKEN NIET ONBETWISTBAAR DUIDELIJK HEEFT GEMAAKT	
ECHTE WETENSCHAP VEREIST MOED	

HOOFDSTUK 12 – HET VERMEENDE BEWIJS VOOR EVOLUTIE

OVERTUIGENDE AANPRIJZING VAN EEN INFERIEUR PRODUKT	
DE GEOLOGISCHE TIJDSCHAAL	
DE MENS IN DE OUDHEID	
PAARDEN EN DINOSAURUSSEN	
KOLEN EN OLIE AFZETTINGEN	
FOSSIELEN EN DE VLOED	
TOENEMEND BEWIJS VOOR EEN JONGE AARDE	
VERDERE AANWIJZINGEN VOOR EEN JONGE AARDE EN EEN JONG UNIVERSUM	
HOE OUD IS DE MAAN?	
LEVEN IN DE RUIMTE?	
LEVEN GESCHAPEN IN HET LABORATORIUM?	
VERGELIJKBARE ANATOMIE	
AMONIZUUR-VOLGORDES IN PROTEÏNES	
ONFUNCTIONELE ORGANEN	
EMBRYONALE RECAPITULATIE	
MEER LEZEN OVER VERMEEND BEWIJS VOOR EVOLUTIE	
DE UITGESTREKTHEID VAN HET UNIVERSUM	
WAAR ZIJN DE HEMEL EN DE HEL?	
GEEN GROTERE ENTITEIT DAN EEN “PERSOON”	

HOOFDSTUK 13 – VOORBEELDEN VAN FENOMENEN DIE EVOLUTIE NIET KAN VERKLAREN

KRACHTBRON VAN DE CEL	
EEN VOGEL DIE DE 3,200 MIJL LANGE WEG NAAR HUIS IN TWAALF EN EEN HALVE DAG AFLEGDE	
VOGELS EN EIERSCHALEN	
HET VERBAZINGWEKKENDE MECHANISME VAN LIFT IN DE VLEUGELS VAN VOGELS	
DE HERSENEN, EEN WONDER DIE ELKE BESCHRIJVING TE BOVEN GAAT	
DARWIN’S “KOUDE RILLINGEN”	
FYSIEKE EIGENSCHAPPEN VAN ELEMENTEN EN MENGSELS	
MEER VERWONDERING IN DE MOLECULAIRE BIOLOGIE	
FOTOSYNTHESE EN MAGNESIUM-ATOMEN	
EEUWENOUDE VRAGEN	
DE BEER EN DE BOEING	
“HET UNIVERSUM IS VRIENDELIJK”	
DE GODSLASTERING VAN ONDANKBAARHEID	
WEGWIJZERS DIE NAAR BOVEN WIJZEN	
HIJ HEEFT HET VOOR JOU GEMAAKT	

HOOFDSTUK 14 – JE ZEKERHEID VERGROTEN

EVOLUTIE ONMOGELIJK GEMAAKT DOOR DE ENKELE KANSWET	
HET TOEPASSEN VAN DE PRINCIPES DIE WE GELEERD HEBBEN	
WAARSCHIJNLIJKHEIDSBEREKENINGEN DOOR ANDEREN	
SCHRODINGER DE NATUURKUNDIGE EN “DE KWANTUMMECHANICA VAN DE HEER”	
EEN ZEKERE GENEZING VAN DE TWIJFEL MET BETREKKING TOT EVOLUTIE	
MET ZEKERHEID KUN JE NU MEER BEWUST, MEER LEVEND ZIJN	

APPENDIX 1 – OVER DE OORSPRONG VAN LINKSDRAAIENDE COMPONENTEN IN PROTEINES
APPENDIX 2 – HET VRAAGSTUK VAN VOORKEUR VOOR DEZELFDE DRAAIRICHTING
APPENDIX 3 – OPMERKINGEN BIJ QUASTLAR'S "DE OPKOMST VAN BIOLOGISCHE ORGANISATIE"
APPENDIX 4 – PROBLEMEN IN DE HYPOTHESE VOOR MOLECULAIRE EVOLUTIE

Lijst van afbeeldingen

FIGUUR 1: Vormen van de DNA-molecule	10
FIGUUR 2: Linksdraaiende en rechtsdraaiende aminozuur-residuen	33
FIGUUR 3: De twintig aminozuren gebruikt in proteïnes	57
FIGUUR 4: Betekenisvolle volgordes in 30,000 random letters.....	59
FIGUUR 5: Weergave van een korte sectie DNA	74
FIGUUR 6: Schematische Tekening van de DNA dubbele schroef.....	74
FIGUUR 7: Een sectie van een DNA-molecule, meer schaalgetrouw	75
FIGUUR 8: De vier chemische basen die dienen als de letters van het DNA	75
FIGUUR 9: Schematische figuur van de baseparen in de DNA dubbele schroef.....	76
FIGUUR 10: Electronenmicroscop-foto van een DNA-molecule.....	77
FIGUUR 11: DNA-replicatie	80
FIGUUR 12: De genetische code in alfabetische volgorde.....	85
FIGUUR 13: Translatie, of proteïne-synthese	86

Voorwoord

Vergeleken met andere wetenschappen neemt de biologie in de gedachtenwereld van een groot aantal mensen een unieke plaats in. Het is de studie van levende organismen en wij zijn zelf allemaal een onderdeel van dit domein. Dit onderzoeksgebied is intrigerend, niet alleen omdat het fascinerend is om levende dingen te bestuderen, maar ook omdat het de verbazingwekkende structuren en processen van ons eigen lichaam en brein bevat. Daarnaast zou dit vakgebied mogelijk aanwijzingen kunnen opleveren over de zin van ons bestaan. Al deze facetten kunnen dienen om je leven te verrijken en om een indicatie te geven over hoe dit samenhangt met de rest van het universum.

Dit korte boek presenteert enkele van de meest interessante ontdekkingen uit de recente, snelle vooruitgangen in de moleculaire biologie die voor zowel wetenschappers als leken tot enthousiasme hebben geleid. Natuurlijk is zulke informatie beschikbaar in een groot aantal boeken en tijdschriften. Maar hier zullen deze feiten worden bekeken in de context van de wetenschappelijke filosofie die in het recente verleden zo overheersend is geweest, namelijk de filosofie van de evolutietheorie.

Bepaalde feiten die een sleutelrol spelen in de huidige biologische kennis zullen worden bestudeerd in het licht van dat denkbeeld door de regels van waarschijnlijkheidsredenering toe te passen, teneinde te ontdekken of zo'n denkbeeld logisch gezien kan worden aangehouden.

Dit boek kan dienen als een middel waarmee alerte volwassenen en 'oudere jongeren' een snelle greep kunnen krijgen op de centrale feiten van de huidige moleculaire biologie en hun significantie. Omdat het boek in niet-technische taal is geschreven, is het niet nodig om enige voorkennis over het vakgebied te hebben, maar toch zal informatie met betrekking tot onze huidige kennis van het leven op het moleculaire niveau tot op zeker detailniveau worden gepresenteerd. Voor biologiestudenten kan dit een bron zijn voor dergelijke feiten en een bron voor ideeën over hoe deze feiten redelijkerwijs geïnterpreteerd kunnen worden.

Wellicht is iedereen die over dit snel ontwikkelende vakgebied schrijft enigszins bezorgd, zoals als volgt door een andere schrijver verwoord werd: "Het zal zeer zeker verouderd zijn tegen de tijd dat het gedrukt gaat worden." Omdat het onderhavige werk alleen over data gaat is er enige hoop dat het niet zo snel achterhaald zal zijn, omdat tijdloze principes betrokken zijn in het onderzoeken en evalueren van de feiten in het licht van de waarschijnlijkheidsregels. Wanneer je een begrip hebt van deze principes, kun je deze op nieuwe onderzoeksontdekkingen toepassen wanneer deze zich aandienen. In dit proces zal duidelijk worden dat het mogelijk is om de significantie van deze ontdekkingen nauwkeuriger te interpreteren, en dat het leven interessanter en belonender zal zijn ten gevolge van een duidelijker begrip van het grotere geheel.

Juni 1973

JAMES F. COPPEDGE

Dankwoord

Dankwoord

Bij deze wordt dankbaar waardering uitgesproken voor de onschatbare hulp van de volgende eminente professoren en/of onderzoekswetenschappers. De tijd die zij hebben uitgetrokken om hun informatie uit hun weelde aan professionele kennis te delen moet niet gezien worden als een aanprijzing van dit boek. Er was voor sommigen onder hen geen gelegenheid om op de hoogte te zijn van de opinies van de schrijver, en het is waarschijnlijk dat sommigen het in hoge mate oneens zouden zijn met bepaalde conclusies die in dit boek worden getrokken. Deze wetenschappers representeren een variëteit aan standpunten, maar toch deelden allen op een gulle manier informatie over bepaalde onderwerpen via post en telefoon. De volgende personen, in alfabetische volgorde, waren zeer behulpzaam:

- Harry Block, University of Liverpool
- James Bonner, California Institute of Technology
- Larry Butler, Purdue University
- Melvin A. Cook, IRECO Chemicals
- Margaret O. Dayhoff, National Biomedical Research Foundation
- Robert DeLange, University of California in Los Angeles
- Arthur Elliott, King's College, London
- Sidney W. Fox, University of Miami
- Jesse L. Greenstein, California Institute of Technology
- Philip C. Hanawalt, Stanford University
- Joseph L. Henson, Bob Jones University
- Thomas R. Howell, University of California in Los Angeles
- Norman Hughes, Pepperdine University
- John C. Kendrew, Cambridge University
- Elias Klein, Gulf South Research Institute
- Harold J. Morowitz, Yale University
- Marshal W. Nirenberg, National Institutes of Health
- John H. Ostrom, Yale University
- Linus Pauling, Stanford University
- George Preston, California Institute of Technology
- John G. Read, Hughes Aircraft Company
- Fred D. Williams, Michigan Technological University

We zijn erkentelijk voor de bereidwilligheid van Dr. Arthur Kornberg van Stanford University om ons te voorzien van een electronenmicroscop-afbeelding van DNA en om het gebruik ervan toe te staan.

Biologen George F. Howe en Bolton Davidheiser waren zo vriendelijk om het manuscript te lezen alvorens wijzigingen werden aangebracht en boden vitale aanmoedigingen aan. Daarnaast speelde Dr. How een sleutelrol door zeer genereus een stap verder te zetten door publicatie van dit werk te adviseren en op dat gebied tot het einde ondersteuning te bieden. Daarvóór speelde een college, onderwezen door Dr. Davidheiser, een belangrijke rol in de inspiratie voor de schrijver om dit vakgebied te betreden.

Dr. Kenneth L. Perrin, mathematicus, hielp met het vaststellen van de "substitutie-formule", die gebruikt wordt in berekeningen met meerdere substituties.

Mevrouw Louise Carroll toonde haar typische uitmuntendheid en zorgvuldigheid in het uittikken en corrigeren van het manuscript gebaseerd op zeer ruwe ontwerpversies. Mevrouw Lavonne Cart typte opgewekt wonderbaarlijke hoeveelheden onderzoeksantekeningen.

De California Graduate School of Theology, die het belang van het onderwerp inzag, stond de schrijver toe om uitgebreid onderzoek te doen in de biologie en de waarschijnlijkheidstheorie voor zijn doctoraal proefschrift in dit essentiële gebied van wetenschap en religie. Dit heeft in grote mate bijgedragen aan de omvang en de vroege uitgave van dit boek.

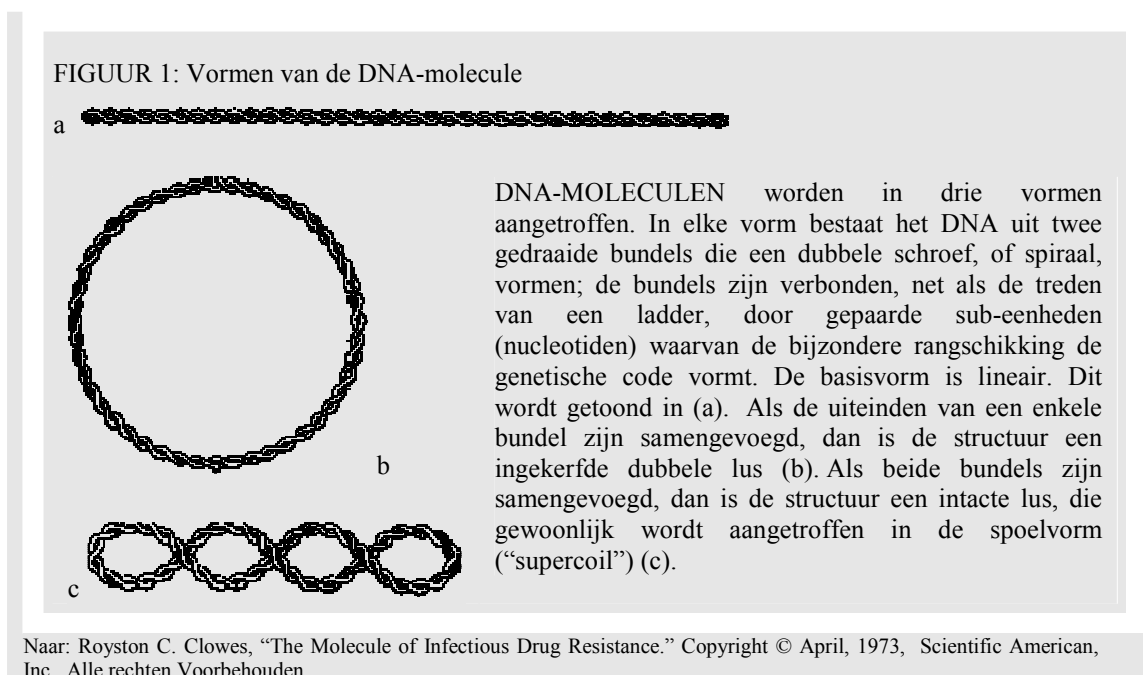
Introductie

... de meest gulden van alle moleculen. ¹
 --James D. Watson

IN DIT KORTE werk zullen de twee meest vitale en interessante moleculen die aanwezig zijn in elk levend ding op aarde, namelijk nucleïde-zuren en proteïnes, tot op zeker detailniveau in gangbare taal worden onderzocht. De lezer zal tevens een mogelijkheid worden geboden om bekend te raken met enkele eenvoudige hoofdwetten van de waarschijnlijkheidsredenering. Deze zullen vervolgens worden gecombineerd om vast te stellen of het mogelijk is dat dergelijke moleculen hun oorsprong kunnen hebben gehad in natuurlijke evolutieprocessen. Deze hoofdonderwerpen zullen leiden tot veel gerelateerde onderwerpen in de biologie.

De gulden moleculen

De opwindende ontdekking van de "DNA" structuur werd in 1953 door James Watson en Francis Crick gedaan aan de Cambridge University in het Verenigd Koninkrijk. Tussen toen en nu is de kennis over deze cryptische substantie snel toegenomen. "DNA" is een afkorting voor "deoxyribose nucleic acid" ("deoxyribose nucleïde zuur"), de moleculen die de erfelijke informatie overdraagt van ouder naar nakomelingen in alle levende dingen die tot dusver zijn onderzocht, behalve bepaalde virussen die RNA gebruiken - een nucleïde zuur dat bijna identiek is aan DNA, zoals we zullen zien. DNA is de belangrijkste component van genen en chromosomen. Een schrijver in een wetenschappelijk tijdschrift noemde het "het genetische geschrift", omdat deze verbazingwekkende chemische stof de vorm van een code of bericht heeft. ² Met zorgvuldige precisie leidt deze code de activiteiten van de cel, door middel van proteïnesynthese. Figuur 1 geeft een inleidend idee van de vorm van DNA. We zullen de fascinerende structuur en functie ervan bestuderen in hoofdstukken 8 en 9.



Dergelijke openbaringen hebben de populariteit van het gehele vakgebied van de biologie onder leken verhoogd. De spanning en de 'kick' van de ontdekkingen werden gedeeltelijk aan het grote publiek overgedragen door enkele wetenschappers die deel waren van de exploratie die leidde tot de originele doorbraak. Eén van hen, John C. Kendrew, schreef het volgende in het voorwoord van zijn uitstekende boek, *The Thread of Life* ("De draad van het leven"):

“We vinden het allemaal vanzelfsprekend om geïnteresseerd te zijn in biologie omdat wijzelf, als levende organismen, onderdeel zijn van het onderwerp, en tenslotte, de moleculaire biologie avanceert met zo'n enorme snelheid dat het mogelijk zou moeten zijn om een gedeelte van de opwinding die wetenschappers voelen over te brengen.”³

Watson legde in zijn populaire boek *The Double Helix* (“De Dubbele Schroef”) vast hoe hij, zelfstandig werkend, op een sleutelonderdeel van het plan van de DNA-structuur stootte. Hij voelde met diepe emotie aan dat het arrangement van de atomen “te mooi was om niet waar te zijn.”⁴ DNA bestaat uit microscopische strengen waarop zich, in het geval van de mens, miljarden woorden met gecodeerde instructies bevinden.⁵ Een kopie van deze hele encyclopedie met instructies voor het hele lichaam wordt aangeleverd aan elke individuele cel van de vele triljoenen cellen die samen ons lichaam vormen.

Het toepassen van de waarschijnlijkheidstheorie

Gedurende de eerste decennia van deze eeuw begonnen wetenschappers in het vakgebied van de natuurkunde te leren over “kwantummechanica”. Zij ontdekten dat electronen en andere elementaire deeltjes op manieren bewegen die in sommige opzichten onvoorspelbaar lijken. Er werd ontdekt dat statistische waarschijnlijkheidswetten gebruikt konden worden om deze individuele willekeurige bewegingen uit te vlakken. Deze brachten orde in de verwarring en maakten het gedrag *gemiddeld gezien* voorspelbaar.

Dit is aanleiding geweest voor een grote hoeveelheid nieuwe literatuur over de “waarschijnlijkheids-wetenschap”⁶ De resulterende wetten van de kansrekening worden nu alom gebruikt in de industrie, de overheid, en vooral de wetenschap. Frans wetenschapper Pierre Lecomte du Noüy zei, “De wetten van de kansrekening hebben immense diensten aan de wetenschap bewezen, en zullen dat blijven doen. Het is ondenkbaar dat we het zonder hen zouden kunnen stellen.”⁷

We zullen de hoofdwetten van de waarschijnlijkheid toepassen op de formatie van DNA en proteïne-moleculen: wat is de kans dat deze gerangschikt en georganiseerd kunnen worden, zonder daarbij door intelligentie geholpen te worden? De kans, zo zullen we ontdekken, is verbazingwekkend klein. Raak niet ontmoedigd als je niet bekend bent met deze twee onderwerpen, namelijk de waarschijnlijkheidstheorie en de belangrijkste levende moleculen – DNA en proteïnes. Er zal in de volgende hoofdstukken voldoende introductie tot deze onderwerpen worden gegeven.

Wetenschap en wetenschapsfilosofie

Hoewel velen zich dit niet realiseren, is het uitvoeren van de wetenschap haast onmogelijk in de afwezigheid van een “wetenschapsfilosofie”, of een overzicht van wat de wetenschap omhelst. Vermaard natuurkundige David Bohm schreef, “Metafysica is fundamenteel voor elke tak van de wetenschap.” Met metafysica bedoelt hij iemand’s fundamentele aannamen die de ware aard der dingen proberen te verklaren. Hij gaat verder:

“Het lijkt duidelijk dat iedereen één of andere vorm van metafysica hanteert, zelfs als hij denkt dat dat niet zo is. Inderdaad, het praktische, ‘koppige’ individu dat ‘alleen afgaat op wat hij ziet’ bezit in het algemeen een erg gevaarlijk soort metafysica, dat wil zeggen het soort waarvan hij zich niet bewust is... gevaarlijk omdat hierin aannamen en gevolgtrekkingen foutief voor direct geobserveerde feiten worden gehouden, met het gevolg dat deze effectief op een haast onveranderbare wijze worden vastgeklonken in de gedachtenstructuur.”⁸

Dr. Bohm biedt vervolgens de volgende interessante suggestie om verkeerde conclusies te vermijden die het gevolg zijn van het door elkaar halen van een filosofie met wetenschappelijk bewijs:

“Eén van de beste manieren waarop een persoon zich bewust kan worden van zijn stilzwijgende metafysische aannamen is om geconfronteerd te worden met verschillende andere soorten aannamen. De eerste reactie is dan een gewelddadige agitatie... Desalniettemin, als hij zal doorzetten, in plaats van te vluchten in woede of ongerechtvaardigde verwerping van tegengestelde ideeën... dan wordt hij zich bewust van het veronderstellende karakter van een groot aantal eigenschappen van zijn eigen denken die voorheen nooit betwist werden.”⁹

Het is niet zo dat we ons moeten bevrijden van metafysica of aannamen, volgens Professor Bohm, omdat het noodzakelijk is dat we zo'n filosofisch standpunt hebben. "Iedereen," zegt hij, "zal helderder denken als we eerlijk en open toegeven dat een heleboel... 'feitelijke wetenschap' in feite een soort van poëzie is, die onontbeerlijk is voor ons algemene mentale functioneren." ¹⁰

Er bestaan tegenwoordig twee hoofd-filosofieën in de wetenschap. De meest bekende is het in essentie materialistische geloof dat alle fenomenen verklaard kunnen worden door natuurkunde en scheikunde zonder de toevlucht te nemen tot iets "bovennatuurlijks". De andere hoofd-filosofie in de wetenschap werd goed verwoord door Wernher von Braun, de Amerikaanse raket-wetenschapper die een pionier was in de ontwikkeling van onze maanraketten, en die een opleiding als natuurkundige had genoten, toen hij in een interview in 1969 zei:

"Door middel van een nadere kijk op de creatie zouden we een beter begrip van de Schepper moeten kunnen krijgen, en een groter besef van de verantwoordelijkheid van de mens tegenover God zal dan scherpgesteld worden." ¹¹

In die verklaring stapte von Braun buiten wat normaal gesproken als het domein van de wetenschap wordt beschouwd. Als we ons afvragen of hij onwetenschappelijk bezig was om zo te spreken, dan moeten we even een moment stilstaan. Laten we even het idee van iets "bovennatuurlijks" laten varen terwijl we de volgende hypothetische situatie beschouwen: Stel dat er ontdekt is dat één of andere onverwachte invloed - laten we zeggen, een mysterieuze straling - in ons materiële universum doordringt. Het bewijs, laten we aannemen, toont aan dat dit effect voortkomt uit een oorzaak die zelf nooit precies gemeten of geobserveerd kan worden. Desalniettemin, deze oorzaak heeft een werkelijke en concrete invloed op gebeurtenissen en wetten van ons fysisch-chemische universum, een effect dat aanzienlijk is.

Het is duidelijk dat het negeren van zo'n feit iemand er van zou weerhouden om de natuurkunde of gerelateerde wetenschappen volledig te begrijpen, omdat de oorzaak die daarbij betrokken is nauw gerelateerd is aan de manier waarop dingen in de materiële wereld werken. Zelfs als deze oorzaak zelf volledig buiten het wetenschappelijke onderzoek zou vallen, dan zou deze toch door ons in beschouwing moeten worden genomen om een correct begrip te kunnen hebben van alles om ons heen. Het zou kunstmatig en beperkend zijn om een wetenschapper ervan te weerhouden om na te kunnen denken over iets dat "buiten zijn vakgebied" valt als dit het onderwerp van zijn studie beïnvloedt. Het opleggen van zulke beperkingen zou zelf onwetenschappelijk zijn zoals we zojuist zagen in de gepostuleerde situatie. (Het is duidelijk vandaag de dag dat we op eenzelfde manier geen absolute grenzen tussen wetenschappelijke disciplines kunnen trekken, bijvoorbeeld tussen natuurkunde en scheikunde, zonder kennis te limiteren).

Een correct "wereldbeeld" of algemene kijk op de dingen is in vele gevallen essentiële voor een nauwkeurig begrip. Denk eens na over hoe een wetenschapper die gelooft dat de wereld plat is gelimiteerd zal zijn in zijn werk. Wanneer hij experimenten interpreteert of "wetenschappelijke observaties" maakt, dan zullen de resultaten vertroebeld zijn door zijn incorrecte notie. Veel van zijn werk zal worden weerlegd, omdat zijn wereldbeeld niet overeenkomt met de realiteit. Het kan zelfs een grotere belemmering zijn in de wetenschap wanneer iemand nalaat om te beschouwen of er ontwerp in het universum is. Daarom is het logisch om in de introductie van ons onderwerp die materie van de levensfilosofie op te pakken die adequaat zal zijn voor zowel wetenschapper als leek omdat deze overeenstemt met het werkelijke universum. Terwijl we dit doen, zouden we met een open geest alles moeten beschouwen wat nauw betrokken is in de realiteiten van ons materiële universum en zijn wetten.

In dat beeld is "religie" helemaal niet noodzakelijkerwijs betrokken in het beschouwen van creatie als een wetenschappelijke theorie die als doel heeft om het meest omvattend te verklaren wat iemand in het universum om hem heen waarneemt. (Maar, als iemand *daadwerkelijk* tot zo'n conclusie komt, dan is het enige logische gevolg dat hij de Schepper, die zo'n kosmos zou kunnen maken, eert en op een zoektocht gaat om meer te weten over het plan dat daarbij betrokken is).

Er bestaat in het brein van enkele individuele wetenschappers, die het beeld van Dr. von Braun niet delen, duidelijk een tegenzin om bewijs in ogenschouw te nemen dat buiten de stoffen en krachten valt die in onze laboratoria of via wetenschappelijke observatie in een materialistische zin onderzocht kunnen worden, en dit resulteert in een zenuwachtigheid die in zekere zin "religieus" genoemd zou kunnen worden. Op eenzelfde manier is er een soortgelijk ongemak onder hen die het materialistische wereldbeeld met betrekking tot naturalistische evolutie niet kunnen accepteren.

Redelijke individuen, die één van deze wereldbeelden aanhangen, hebben geen reden tot onrust als hun eerlijke verlangen is om te volgen waar de waarheid hen leidt. Iemand's wetenschapsfilosofie (en levensfilosofie) moet op een solide manier gebaseerd zijn op wat waar is, voor zover dat kan worden vastgesteld, anders wordt hij het slachtoffer van steeds terugkerend ongemak en ongelukkigheid, om nog niet te spreken van de ernstiger consequenties die kunnen volgen wanneer er op een slechte fundering wordt gebouwd. (Beschouw, bijvoorbeeld, de consequenties als von Braun en anderen incorrecte formules hadden gebruikt in het bepalen van de baan van de maan tengevolge van een discrepantie met de waarheid of tengevolge van verkeerde metafysische aannamen.)

In het licht van wat hierboven gezegd is, kan ingezien worden dat het onderzoek en de publicaties van een wetenschapper nu en dan het wereldbeeld dat hij aanhangt weerspiegelen. Alhoewel dit niet altijd expliciet wordt vermeld, kan bijvoorbeeld de filosofie van een bioloog vaak ontwaard worden in zijn publicaties. (Het zal niet moeilijk zijn om in dit boek, op dat gebied, het respect van de schrijver ten opzichte van de wetenschap in het algemeen te ontwaren, zijn hoge achting voor de wetenschappelijke methode, en een enthousiasme om het bereik van de huidige wetenschappelijke kennis uit te breiden. Zijn wereldbeeld zal eveneens zeer duidelijk zijn, omdat het een wetenschapsfilosofie betreft die voor hem de meest stimulerende en productieve gedachte van wetenschappelijk onderzoek bleek te zijn.)

Alvorens aan te vangen met de studie van DNA, proteïnes, en waarschijnlijkheid, kan het wellicht de moeite waard zijn om een korte blik te werpen op hoe een individu te werk zou kunnen gaan om een adequate wetenschapsfilosofie op te bouwen, die onderdeel is van zijn levensfilosofie of zijn algemene kijk op de zaken. Hoe dan ook, een wereldbeeld dat iemand in een perplexe toestand houdt is onwenselijk.

De waarde van zekerheid voor jezelf

Om succesvol te zijn in het leven heeft een persoon een gevoel van zelfvertrouwen nodig. Het is belangrijk dat iemand's levensfilosofie een sterke basis van zekerheid biedt zonder dat er twijfels over de hoofdzaken blijven bestaan. Als het leven betekenisvol wil zijn, dan is het vitaal om te begrijpen waar het leven over gaat. Alleen dan is een persoon het best uitgerust, logisch gezien, om wetenschappelijk onderzoek te ondernemen en dit te begrijpen. Anders zou het gemakkelijk zijn om tijd te verdoen in vruchteloze richtingen.

Elke moderne persoon met een normale intelligentie vraagt zichzelf vroeger of later af: Wie of wat maakte ons of het universum? Is de mens slechts een "verbeterde aap"? Is de hele kosmos "slechts een mechanische dans van atomen", zoals C.S.Lewis het materialistische wereldbeeld beschreef? ¹² Is er geen auteur, geen reden voor de dingen die bestaan? Of is er een Kracht die boven de natuur staat en die alle dingen voor het één of andere doel heeft gemaakt?

Het maakt een aanzienlijk verschil uit wat we op dit gebied geloven. Als ons bestaan door toeval is ontstaan, dan hoeven we aan niemand verantwoording af te leggen. In het praktische leven zouden er geen beperkende regels zijn, behalve de regels die we zelf kiezen en de regels die door andere mensen en natuurlijke wetten aan ons worden opgedrongen. ¹³

Als we daarentegen het produkt zijn van een intelligente bron, dan moeten we ons daarvan bewust zijn. Er zouden consequenties verbonden kunnen zijn aan een weigering om mee te werken, als het universum een Eigenaar heeft.

Waar kan iemand beginnen met zijn zoektocht naar de waarheid in deze sleutelkwestie? De meest voor de hand liggende informatiebron is het universum om ons heen, of de "Natuur". Daarom kan de studie van het fysieke universum ons helpen om een sterke filosofie over leven en wetenschap op te bouwen. Sinds de ontdekking van de DNA-structuur heeft zonder twijfel menig wetenschapper zichzelf de volgende vraag gesteld, op zijn minst in het geniep: Kan deze opmerkelijke levenscode en zijn complexe vertalingsmachine uitgelegd worden zonder een Ontwerper met een ontzagwekkende intelligentie te postuleren?

Als iemand de mogelijkheid van een intelligente Kracht achter het universum in beschouwing neemt, dan zou een logische zoektocht zijn om er achter te komen of hij zichzelf of zijn waarheid aan zijn intelligente creaties heeft geopenbaard op een meer directe manier dan de natuur, omdat het redelijk lijkt dat dit dan het geval zou zijn.

Er bestaan vele "heilige geschriften" die beweren zo'n bovennatuurlijke oorsprong te hebben. Van deze is vanuit vele standpunten gezien alleen de Bijbel gerechtvaardigd. Deze beweert bovendien op een speciale manier "geïnspireerd" te zijn door God, maar goed, dat beweren ook sommige andere heilige geschriften, in het verleden en in het heden. Maar in het geval van de Bijbel heeft Hal Lindsey in zijn bestseller *The Late Great Planet Earth* ("Wijlen De Grootse Planeet Aarde") duidelijk gemaakt hoe de vele nauwkeurige, gedetailleerde voorspellingen van de Bijbel, die vele eeuwen of millennia voor hun precieze vervulling

werden geschreven, sterke objectieve redenen geven om te geloven dat de Bijbel in feite is wat deze beweert te zijn.¹⁴

We hebben *objectieve* bronnen van bewijs besproken in de zoektocht naar de waarheid waarop we een levensfilosofie kunnen bouwen, alsmede gezonde metafysische aannamen voor een wetenschappelijk wereldbeeld. Als we de stap maken naar een subjectief of ‘innerlijk’ domein, dan kan de situatie wazig worden. Natuurlijk zou een bovennatuurlijk Wezen gemakkelijk de waarheid kunnen openbaren aan het innerlijk bewustzijn van de mens. Maar dramatische subjectieve ervaringen zouden net zo goed kunnen voortkomen uit zeer natuurlijke of aardse oorzaken, zoals drugs of mentale afwijkingen. Het is daarom belangrijk dat we een objectieve waarheid hebben waartegen we de geldigheid van onze innerlijke ervaringen kunnen afzetten. Een subjectieve ervaring die voortkomt uit een bovennatuurlijke bron, zou volkomen echt en correct kunnen zijn, maar zonder enig objectief bewijs waarmee dit geverifieerd kan worden zouden we het gevaar lopen dit foutief aan “God” toe te kennen. Als een eerste conclusie, alvorens verder te gaan met onze studie van de wetenschap, kunnen we zeggen dat er twee objectieve hoofdbronnen zijn waaruit we informatie kunnen verzamelen: de natuur en de Bijbel. Ideeën van andere mensen en uit ons eigen redeneren kunnen eveneens behulpzaam zijn, als deze logisch uit deze *primaire* bronnen zijn afgeleid.

Zowel de natuur als de Bijbel bieden uitkomst wanneer we antwoorden zoeken op de vraag naar de oorsprong van het leven. Het moet in het voorbijgaan vermeld worden dat de oorsprong van het leven een onderwerp is dat buiten het bereik van observationele en experimentele wetenschap valt, met uitzondering van speculatie gebaseerd op huidige condities. Desalniettemin hebben vele biologen en andere wetenschappers een enorme hoeveelheid tijd en aandacht aan het onderwerp besteed vanwege de interessante aard ervan, en omdat sommigen onder hen wellicht de voorkeur zouden geven aan een naturalistische verklaring.

Wat de Bijbel betreft leven we in een tijd waarin een groot aantal mensen niet tot een gevestigde overtuiging zijn gekomen met betrekking tot de nauwkeurigheid en de bovennatuurlijke inspiratie ervan. Dit maakt het voor hen onmogelijk om hun zoektocht te beginnen met compleet vertrouwen in de autoriteit ervan, in de zin van de waarheid waarop hun filosofie gebaseerd kan worden. Het is interessant dat de Bijbel zelf erkent dat zulke individuen een tastbaarder basis nodig hebben waarop zij hun geloofsstructuur kunnen *beginnen*.

Het is niet waarschijnlijk dat iemand, die niet gelooft dat er daadwerkelijk een God is, een Oppermachtig Wezen in beschouwing neemt in zijn levens- of wetenschapsfilosofie. “Wie hem wil naderen moet immers geloven dat hij bestaat,” zegt de Bijbel zelf, in het boek Hebreëën.¹⁵

Door de natuur op een zinnige manier te observeren kan men verzekering vinden dat er inderdaad een God bestaat. Bekijk nogmaals de uitspraak door Wernher von Braun, misschien wel de meest uitmuntende raketwetenschapper van de wereld, hierboven geciteerd op pagina 12. Dit komt perfect overeen met het volgende uit de Bijbel:

“Want wat een mens over God kan weten is hun bekend omdat God het aan hen kenbaar heeft gemaakt. Zijn onzichtbare eigenschappen zijn vanaf de schepping van de wereld zichtbaar in zijn werken, zijn eeuwige kracht en goddelijkheid zijn voor het verstand waarneembaar.” (Romeinen 1:19,20 NVB).

Observatie van de natuur is dan het logische beginpunt voor hen die het gevoel hebben dat zij niets voor waar kunnen aannemen zonder concreet bewijs. Maar vergeet niet dat dit slechts het begin is. De natuur kan ons niet helemaal brengen waar we naartoe willen. Desalniettemin kan zij leiden tot kennis over God en een elementaire overtuiging. Het zal dan waarschijnlijker zijn voor oprechte individuen met een open geest om de Bijbel als een bron van meer informatie over hem te beschouwen, omdat deze beweert een goddelijke openbaring te zijn en betrouwbare referenties heeft. Het lijkt logisch dat de God van de natuur ons een meer complete openbaring zou verstrekken dan de Bijbel aanlevert. De Bijbel en de natuur lijken evenwel goed samen te gaan en beide kunnen essentieel zijn voor een bevredigende en allesomvattende levensfilosofie. (Het is interessant dat er zelfs in wetenschappelijke uiteenzettingen geregeld citaten en referenties naar de Bijbel te vinden zijn, op de meest onverwachte plaatsen).

Een mogelijk bezwaar tegen het voorgaande is dat er aangenomen zou worden dat iemand uiteindelijk in God zal geloven als hij een redelijk individu is. Hoewel dit bezwaar misschien wel gedeeltelijk waar is, kan de lezer wellicht –als hij problemen heeft met zo’n geloof- de aanname voor het moment tolereren: we zullen spoedig in meer concrete onderwerpen duiken die in het begin werden genoemd.

Terwijl we onze zoektocht naar een zinvolle en ware levensfilosofie vervolgen door eerst naar de natuur te kijken, moeten we een enorm struikelblok tot het geloof in een Oppermachtig Wezen erkennen. Het is de wijd verspreide doctrine van de evolutietheorie. Het woord “evolutie” wordt op vele manieren gebruikt, dus we moeten definiëren hoe het in dit boek gebruikt wordt.

Zoals hier gebruikt, kan evolutie gedefinieerd worden als *het geloof dat alle levende dingen, inclusief de mens, het resultaat zijn van natuurlijke veranderingen uit levenloos materiaal, zonder de betrokkenheid van bovennatuurlijke interventie.*¹⁶ Dit is het alledaagse, huidige begrip van de term in het algemeen gebruik door de meeste biologen, hoewel er natuurlijk vele uitzonderingen zijn. Net als vele andere woorden, heeft dit woord talrijke betekenissen. Het zal handig zijn om deze definitie voor dit boek te onthouden.

Zijn evolutie en wetenschap synoniem?

Tekstboeken, literatuur en de stilzwijgende acceptatie die door vrijwel iedereen wordt uitgedrukt geven de indruk dat evolutie en wetenschap één en hetzelfde ding zijn.

Misschien vind jij, zoals de meeste mensen, het niet mogelijk of niet gemakkelijk om alle wetenschappelijke vakgebieden uitgebreid te bestuderen om voor jezelf te bepalen wat waar is. Als continu wordt verteld dat de wetenschap evolutie als een feit accepteert, dan mag je je natuurlijk afvragen, “Wie ben ik om de wetenschap in twijfel te trekken?”

Velen die graag in God of de Bijbel zouden willen geloven bevinden zich in de positie van Dr. James Orr, een bekend theoloog aan het eind van de 19^e eeuw. Hij leek ervan overtuigd te zijn “dat de wetenschappers evolutie als waarheid hadden bewezen en dat hij het daar maar zo goed als mogelijk mee moest doen.”¹⁷

Een aantal auteurs, schrijvend als gelovers in God, lijken zich in dezelfde positie te bevinden – zij proberen eerlijk (soms zelfs wanhopig) om de Bijbelse lessen in de laatste evolutionaire aannames te doen passen. Vele materialisten bespotten dit als een onmogelijke taak. Meer logisch gezien blijkt het een geval te zijn van “evolutie óf de bijbel” in plaats van “evolutie én de bijbel”.

En toch hebben vele religieuze leiders de onbenijdenswaardige taak op zich genomen om een compromis uit te werken, simpelweg omdat er geen alternatief leek te zijn. Niet bereid om alle banden met religie overboord te werpen vinden zij tijdelijk onderdak in “theïstische evolutie” of andere soorten evolutie die God toestaan als onderdeel van dat proces. Hoewel dit op het eerste gezicht het voordeel lijkt te hebben dat iemand in beide kampen geaccepteerd kan worden, toont een nader onderzoek dat het hem feitelijk beroofd van het burgerschap aan beide zijden.

Sommige in andere opzichten grote Christelijke denkers hebben deze accommoderende positie ten opzichte van evolutie ingenomen, gelovend dat wetenschappers daadwerkelijk evolutie hebben bewezen en dat men natuurlijk niet de feiten kan tegenspreken. Gelukkig leven we in een tijd waarin recentelijk meer bekend is geworden. Nieuwe ontdekkingen in de biologie maken het duidelijk dat er geen enkele reden was om de interpretaties van de Geschriften uit hun verband te rekken.

Hier kan het opgemerkt worden dat het moeilijk zou zijn om vertrouwen te houden in welk deel van de Bijbel dan ook als deze zich vergist wat de oorsprong betreft. Het zou dan op zijn hoogst slechts een menselijk boek zijn, misschien wel met wat goede inhoud, maar het zou niet overeind blijven als de gezaghebbende openbaring van God als deze het bij het verkeerde eind heeft over dit onderwerp.

Later zullen we refereren aan een uitstekende studie die theïstische evolutie onder de loep neemt. Maar laten we eerst verdergaan met de “of-of”-aannames: óf het Bijbelse verslag over de schepping is waar, óf evolutie is waar.

“Is het gepast,” zou iemand kunnen vragen, “om het Bijbelse verslag van de creatie te vergelijken met een wetenschappelijke theorie als evolutie?” Niet alle wetenschappers zijn het eens wat betreft de wetenschappelijke geloofsbrief van evolutie. R. Clyde McCone, professor in de antropologie aan de California State University in Long Beach, schreef bijvoorbeeld in 1973:

“Er zijn geen gegevens voor evolutie. Voorstanders gebruiken het idee van evolutie om data te genereren of te creëren door de synchronische data van de wetenschap te kapen in een poging om diezelfde synchronische volgorde te gebruiken om te verklaren hoe deze ontstond.”

Dr. McCone ging verder met op een logische manier de waarheid van zijn constatering aan te tonen, en concludeerde als volgt:

“De wetenschappelijke studie van de bestaande volgorde van creatie moet noodzakelijkerwijs afgescheiden worden gehouden van hoe die volgorde tot stand is gekomen. In de poging om deze noodzakelijke scheiding

te negeren volgen evolutionisten een irrationele benadering tot de data die produkten van hun eigen speculatie zijn en die resulteren in een structuur van waarden in plaats van een wetenschappelijke theorie.”¹⁸

Zou toeval in staat kunnen zijn om leven op aarde door natuurlijke processen tot stand te brengen, of is het leven overduidelijk ontworpen? En als het ontworpen is, betekent dat dan dat de individuele mens (zowel wetenschapper als leek) een verantwoordelijkheid ten opzichte van de Ontwerper heeft?

Het is nu mogelijk om zekerheid te hebben

Er is nu een snelle manier om een nauwkeurig antwoord op deze vraag te krijgen. Een persoon hoeft geen jaren te studeren om te ontdekken of het leven door natuurlijke processen vanuit niet-levende materie zou kunnen beginnen. Het is zelfs niet noodzakelijk om op de *meningen* van te anderen te hoeven bouwen om over dit onderwerp zekerheid te verkrijgen.

U hoeft ook geen expert te worden in de verscheidene wetenschappelijke vakgebieden om conclusies te kunnen trekken die gebaseerd zijn op een solide fundering die logisch en geldig is. De waarde van zo'n persoonlijke zekerheid is evident, en lijkt haast te mooi om haalbaar te zijn. Het zal spoedig duidelijk worden hoe dit mogelijk is.

We moeten even stilstaan om op te merken dat het ook mogelijk is, zoals de lezer mogelijk al weet, om een geldig spiritueel soort zekerheid te verkrijgen over zaken als het bestaan van God. Wat we hier bespreken is echter de zekerheid die bereikt wordt door objectief bewijs in beschouwing te nemen. Dit is vooral belangrijk in dit wetenschappelijke tijdperk. Het kan dienen om de spirituele zekerheid die iemand misschien al heeft aan te moedigen of te versterken, en het is consistent met de Bijbel, zoals we hebben gezien.

De lezer wordt verondersteld serieus op zoek te zijn naar de waarheid, ofwel voor zijn eigen zekerheid over het onderwerp van dit boek, ofwel om anderen effectiever van zo'n zekerheid te kunnen voorzien. Als je nog steeds naar school gaat en formeel onderwijs volgt, dan is deze kortere weg naar zekerheid die in het verschiet ligt wellicht opwindend en begrijpbaar. Vanwege wat deze zekerheid kan betekenen voor een persoon, kan dit ook erg nuttig blijken te zijn voor mensen van alle leeftijden die niet tevreden zijn met oppervlakkige antwoorden. Vele Christenen, bijvoorbeeld, voelen een behoefte om te weten of zij zich op wetenschappelijk solide aarde bevinden wanneer ze hun vertrouwen plaatsen in Christus en de Bijbel – op zijn minst om te weten dat echte wetenschap hiermee niet tegenstrijdig is.

Gaandeweg zal het de lezer duidelijk worden dat de belangrijkste benadering die in dit werk wordt voorgesteld op eigen benen kan staan. De logica ervan is vanzelfsprekend en niet afhankelijk van wie het zegt.

Deze benadering zal ook geschikt zijn voor elke mate van vervolgstudie of proefneming die men zou willen doen. Een open, nieuwsgierige geest en bereidheid om na te denken en te *volharden* zijn alles wat nodig is om zekerheid te vinden. Gelukkig hebben in de afgelopen jaren verscheidene zeer intelligente wetenschappers, die tevens toegewijde Christenen zijn, over evolutie geschreven. Mannen met een brede opleiding en wetenschappelijke achtergrond hebben zeer effectief vele facetten van dit onderwerp behandeld. Sommige van deze schrijvers waren zelf naturalistische evolutionisten vóór hun conversie tot hun huidige vertrouwen in Christus de Verlosser. Hun publicaties staan in contrast met de benadering die we eerder vermeldden waarmee sommigen probeerden om het Christendom in de vorm van evolutie te kneden, ook al waren de motieven van velen onder hen misschien wel bewonderenswaardig. We zullen later enkele van de meer uitmuntende boeken aanbevelen.

Wat maakt dit boek dan bijzonder?

De nieuwe en belonende benadering die we hebben genoemd is nu mogelijk om twee redenen. Enkele van de recente dramatische ontdekkingen in de biologie kunnen nu gecombineerd worden met de principes van de kansrekening om een belonend nieuw voordeel te bieden aan de 'zoeker' in dit onderwerp. In deze studie zullen we de lezer slechts introduceren tot deze combinatie. Samen zullen we deze toepassen op een aantal interessante onderwerpen. Dit idee kan vervolgens door jou zelf zelfstandig op ontelbare manieren worden gebruikt om met de tijd de dingen om je heen te kunnen overpeinzen. Slechts bedoeld om deze twee bestaande ingrediënten meer expliciet samen te voegen, introduceert dit boek een *praktische kortere weg naar zekerheid over evolutie*.

Het kan niet ontkend worden dat in een groot aantal bekende wetenschappelijke werken, inclusief tekstboeken, de evolutiefilosofie met een vurige intensiteit aan de man wordt gebracht. Het is daarom dan ook niet vreemd dat er ook vrijuit boeken geschreven worden vanuit het ontwerp- of creatie-standpunt, die de aandacht vestigen op de uitgestrekte verzameling van wetenschappelijk bewijs dat met dit wereldbeeld overeenkomt en de evolutietheorie tegenspreekt.

De schrijver beweert geen bijzondere kennis te bezitten maar deelt wel met een groot aantal personen, met verschillende achtergronden, de opwinding en de nieuwsgierigheid die betrokken zijn in de ontdekking van hoe levende wezens geconstrueerd zijn en hoe ze functioneren. Hopelijk zal de lezer ontdekken dat het bewijs dat in dit boek wordt gepresenteerd duidelijk redelijk is en/of accuraat is aangehaald en dat de berekeningen gecontroleerd kunnen worden.

Het domein van de wetenschap is niet voorbehouden aan hen die van bijzondere komaf zijn. Gregor Mendel, die nagenoeg universeel wordt erkend als de grondlegger van de moderne genetica, was bijvoorbeeld een monnik en voerde zijn befaamde experimenten uit in de kleine kloostertuin toen hij een part-time leraar was. Hij had veel van zijn wetenschappelijke kennis zelfstandig opgedaan. Hoewel hij soms een “amateurwetenschapper” werd genoemd¹⁹, zijn zijn ideeën en conclusies om die reden nooit weggecijferd (noch die van Charles Darwin, die alleen een graad in de theologie had!). De verdiensten van wetenschappelijk werk moeten primair afhangen van andere criteria, zoals de inhoud van het bewijs en de ideeën.

Je zekerheid kan bij de tijd blijven

Ongeacht welke wetenschappelijke ontdekkingen er morgen of enkele jaren in de toekomst zullen worden aangekondigd, *iemand's zekerheid hoeft niet verouderd te raken.*²⁰ Dat is een gedurfde uitspraak, maar wanneer we bij het hoofdonderwerp aanbelanden zal het duidelijk worden waarom deze waar is. Het is meteen duidelijk wat voor een voordeel deze uitspraak biedt, die mogelijk is geworden door de recente wetenschappelijke ontdekkingen die ideaal zijn om er de wetten van de kansrekening op toe te passen. De zekerheid die hieruit kan resulteren is een *toevoeging* aan een eventuele spirituele of intuïtieve stelligheid die iemand al over dit onderwerp zou kunnen hebben.

Veel studenten en anderen met enige achtergrond in de biologie zullen zich perfect thuisvoelen in de professionele terminologie. Maar, omdat de meesten dit niet tot hun vakgebied hebben gemaakt, zullen we grotendeels niet-technische taal gebruiken. Een andere benadering zou hen die onbekend zijn met het vakgebied verwarren of, zoals een wetenschapper ooit zei, het zou “de ongeïnitiëerden in het duister laten tasten”. We zullen dus meestal in staat zijn om gecompliceerd jargon zoals dit te vermijden: “De waarschijnlijkheidsverwachting voor de accidentele niet-enzymatische polymerisatie van een levensvatbare aminozuurketen van 400 monomeren...”, omdat deze gedachte eenvoudiger op de volgende manier kan worden uitgedrukt: “De waarschijnlijkheid dat een bruikbare proteïne-molecule van gemiddelde lengte zich spontaan zou verbinden...”.

Het onderwerp is aantrekkelijk. Laten we beginnen met een blik op de eenvoudigste onderliggende wetten van de waarschijnlijkheidstheorie. De lezer zal zich mogelijk hier en daar moeten concentreren, of iets nog een keer moeten lezen of er even over moeten nadenken alvorens verder te gaan (tenzij mathematisch opgeleid of mathematisch aangelegd). Maar het zal de moeite waard zijn. Gaandeweg kan zich een hoge mate van zekerheid over het onderwerp ontwikkelen. Gegronde conclusies die in deze studie gewonnen worden moeten de waarde en rijkheid van het leven kunnen verhogen en het zal ook de mensen in je invloedssfeer ten goede komen. Moeilijkheden of vermoeienis, die in deze studie kunnen worden ervaren, kunnen gecompenseerd worden “als we onszelf toestaan de sensatie te voelen van de reeks van feiten die we nu voor onze ogen zien ontvouwen.”²¹

De opzet van dit boek

Doel: Om de aandacht te vestigen op bewijs dat de lezer in staat zal stellen om tot de zekerheid te komen dat materialistische evolutie niet waar kan zijn. Om een positieve waardering voor de Schepper aan te moedigen, die iemand (als aan de voorwaarden van de Schepper is voldaan) tot een nieuw bewustzijn en een verrijkte betekenis van de wetenschap en de zin van het leven kan leiden, die dramatisch ontbreken in het onvruchtbare landschap van de naturalistische evolutie.

Hoofdbenadering: (1) Om de twee hoofdbeginselen van de waarschijnlijkheidstheorie te leren, en om de interessante structuur van proteïnes en DNA-moleculen te onderzoeken, alsmede het vertalingssysteem van DNA naar proteïnes, (2) Om te ontdekken dat natuurlijke selectie geen uitkomst kan bieden wat betreft de

oorsprong van deze complexe moleculen, in de zin dat, als een intelligent ontwerp wordt uitgesloten, alleen toeval overblijft als middel om zo'n geordende rangschikking te produceren. (3) Om waarschijnlijkheidsberekeningen te gebruiken die tot de ontdekking leiden dat het praktisch gezien onmogelijk is dat de oorsprong van zo'n volgordes van proteïnes en DNA op toeval berust. De eerste tien hoofdstukken zijn aan deze hoofdenadering gewijd.

Het verwijderen van obstakels: De twee moeilijkheden die op het pad naar zekerheid in de weg staan zijn: (1) Waarom accepteren zo veel wetenschappers evolutie? En (2) Hoe zit het met de overtuigend klinkende "bewijzen" voor evolutie die zo wijd en breed worden rondgebazuind? Deze vragen worden in het kort behandeld in de hoofdstukken 11 en 12 die de lezer ook zullen voorzien van referenties naar meer breedvoerige publicaties over deze onderwerpen.

Positief Gegeven: Het verwijderen van een negatieve en verkeerde filosofie is een eerste vereiste als in de plaats daarvan een positieve levensfilosofie moet worden opgebouwd. Er zou een vacuüm ontstaan als er niet verder wordt gezocht na de ontdekking dat evolutie niet waar kan zijn. Hoofdstuk 13 wijst op een aantal van de opwindende bewijsstukken in de natuur die bijdragen aan het begrip van het leven en die de waardering aanwakkeren voor het roemvolle voorrecht om een bewust en rationeel onderdeel van zo'n verbazingwekkend universum te zijn. Tenslotte wordt in hoofdstuk 14 een kort overzicht gegeven van de waarschijnlijkheidsberekeningen die door anderen vanuit verschillende standpunten gemaakt zijn en wordt het thema aaneengeregen om de connectie te maken met het grotere doel dat de Schepper mogelijk voor Zijn mensen heeft gehad en zoals dit in de natuur (en in de Bijbel) wordt geopenbaard.

Drie soorten van gebruik: (1) Om in het algemeen gelezen te worden door individuen, met een verscheidenheid aan achtergronden, die bewust onzekerheid hebben over evolutie (een groot percentage van hen die in aanraking zijn geweest met religie, maar ook velen die vanuit het standpunt van tegenstrijdig wetenschappelijk bewijs vraagtekens zetten bij evolutie, zijn in verschillende mate onzeker over dit onderwerp). Serieuze studenten, die niet tevreden zouden zijn met een oppervlakkige behandeling of ongedocumenteerde standpunten van een willekeurig schrijver, kunnen deze benadering in het bijzonder de moeite waard vinden. Lezers kunnen overtuigd raken door voor zichzelf een groot gedeelte van de redeneringen en berekeningen te verifiëren zonder daarvoor een gespecialiseerde, geavanceerde studie nodig te hebben.

(2) Om gebruikt te worden door individuen en groepen die evolutie al niet geloven, maar die hun stelligheid en informatie hierover willen vergroten om anderen effectiever te kunnen helpen.

(3) Om mogelijk in tekstboeken of hulpmateriaal gebruikt te worden voor cursussen zoals: (a) Evolutie in het Licht van de Waarschijnlijkheidstheorie" of "Proteïnes, DNA, en Waarschijnlijkheidstheorie."

Over Citaten en referenties: Wanneer in dit boek een auteur of onderzoeker op een positieve manier wordt aangehaald, dan betekent dit uiteraard niet dat we de lezer aanmoedigen om het met alles eens te zijn wat hij of zij zegt.²² Uitstekende schrijvers over sommige onderwerpen kunnen het behoorlijk mis hebben over andere onderwerpen. Hoofdstuk 11 legt in detail uit hoe het zover is gekomen dat vele, anderszins goede en oprechte, mensen vanwege onwetenschappelijke en misleidende redenen in de evolutionaire trend verzeild zijn geraakt. (De meeste referenties zijn slechts bedoeld om de bron van de gebruikte data te documenteren, zoals gewoon is in publicaties over wetenschappelijke onderwerpen).

Het moet eveneens volkomen duidelijk zijn dat we niet beweren bijzondere kennis of inzichten hebben, maar dat we slechts de aandacht vestigen op bewijzen die voor iedereen beschikbaar en testbaar zijn. De lezer moet slechts accepteren wat bewijsbaar en logisch gefundeerd is.

De weg naar zekerheid is voor sommigen zeker langer dan voor anderen, afhankelijk van hun achtergrond en beginpunt. Voor velen kan een kort pamflet genoeg zijn. Voor anderen vraagt een korte behandeling van alle facetten die komen kijken bij het bereiken van echte zekerheid om een uitgebreider benadering. Dit boek biedt een kortere weg in de zin dat in een relatief beknopt volume de essentie is opgenomen van een pad waarlangs vele individuen met een open geest wellicht die zekerheid kunnen vinden waarnaar ze verlangen. Er is zo veel meer nuttig materiaal beschikbaar dat ook opgenomen had kunnen worden, dat de moeilijkste taak voor de schrijver was om het boek tot de uiteindelijke lengte in te korten.

Om de hoeveelheid technische data in de hoofdtekst te beperken, hebben we veelvuldig gebruik gemaakt van voetnoten. Voor de lezer met diepgaande interesse zullen deze voetnoten onderzoeksinformatie bevatten die waardevol kan zijn alsmede referenties waaruit verdere details kunnen worden verkregen. Anderen kunnen er de voorkeur aan geven om de voetnoten links te laten liggen, behalve die voetnoten die zaken uitleggen waarin ze specifiek geïnteresseerd zijn. Het tweeledige doel van het boek is om te

assisteren in het verschaffen van toegang tot zekerheid, voor zowel de niet-technische lezer als de student of de zoekende vrager die het onderwerp dieper wil bestuderen.

-
- ¹ James D. Watson, *The Double Helix* (New York: Atheneum Press, 1968), p.18.
 - ² Philip Morrison, *Scientific American* (in Book Reviews), Vol. 225 (Oktober 1971), p.118.
 - ³ John C. Kendrew, *The Thread of Life* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1966), Voorwoord.
 - ⁴ Watson, *The Double Helix*, pp. 194-210.
 - ⁵ Wanneer in dit boek de woorden *miljard* en *triljoen* worden gebruikt, dan zijn dit de waarden zoals deze in Nederland gebruikt worden, waar een miljard (*billion* in de Verenigde Staten) overeenkomt met duizend miljoen (10^9) en een triljoen (*trillion* in de Verenigde Staten) overeenkomt met een miljoen miljoen (10^{12}).
 - ⁶ Darrell Huff, *How to Take a Chance* (New York: W. W. Norton en Co., 1959), p. 63.
 - ⁷ Pierre Lecomte du Noüy, *Human Destiny* (New York: Longmans, Green & Co., 1947), p. 37.
 - ⁸ David Bohm, "Further Remarks on Order," in *Towards a Theoretical Biology*, ed. C. H. Waddington (Chicago: Aldine Publishing Co., 1968), p. 41.
 - ⁹ Idem, p. 42.
 - ¹⁰ Idem.
 - ¹¹ Wernher von Braun, in Associated Press Dispatch, *The Cleveland Plain Dealer* (Cleveland, Ohio, 19 Juli, 1969), p. 5.
 - ¹² C. S. Lewis, *Mere Christianity* (New York: The Macmillan Co., 1958), p. 21.
 - ¹³ Een studie van de menselijke natuur zou ons kunnen doen vermoeden dat dit zou resulteren in bepaalde ongelukkige sociale consequenties voor op zijn minst een bepaald percentage van de bevolking. Er bestaat een verhaal over een Frans agnosticus uit een voorbije eeuw die zijn filosofie met enkele geestverwanten aan het bespreken was. "Laat de dienaren ons niet horen," zo waarschuwde hij, "want dan zullen ze het zilvergoed stelen."
 - ¹⁴ Hal Lindsey, *The Late Great Planet Earth* (Grand Rapids, Mich.: Zondervan Publishing House, 1970).
 - ¹⁵ Hebreëen 11:6 (uit de vertaling bekend als *De Nieuwe Bijbel Vertaling*, vanaf hier afgekort als NBV. Ook als geen vertaling is vermeld stamt de vertaling uit deze Bijbelversie).
 - ¹⁶ Deze definitie volgt in essentie de definitie gegeven in het tekstboek *Biology, A Search for Order in Complexity*, Ed.: John N. Moore en Harold Schultz Slusher (Grand Rapids: Zondervan Publishing House, 1970), p. 93.
 - ¹⁷ Bolton Davidheiser, *Evolution and Christian Faith* (Nutley, N.J.: Presbyterian and Reformed Publishing Co., 1969), p. 38.
 - ¹⁸ R. Clyde McCone, "Three Levels of Anthropological Objection to Evolution," *Creation Research Society Quarterly*, Vol. 9 (Maart 1973), p. 209.
 - ¹⁹ Eldon J. Gardner, *Principles of Genetics*, 4^e ed. (New York: John Wiley & Sons, Inc., 1972), p. 3. Gardner, net als vele anderen, prijst Mendel's prestaties.
 - ²⁰ De onderzoeksdata en het hierin beschreven begrip van processen lopen het risico om verouderd te raken, wat gewoon is voor alle wetenschappelijke publicaties in dit tijdperk van snel ontwikkelende kennis in de biologie, natuurkunde en ruimte-exploratie. Wanneer verbeterde kennis voorhanden is, raakt de bestaande gedeeltelijke kennis verouderd. Aan de andere kant zijn de algemene principes, die we zullen leren door waarschijnlijkheidsredeneringen toe te passen, tijdloos.
 - ²¹ Nathan R. Wood, *The Secret of the Universe* (Grand Rapids: William B. Eerdmans Publishing Co., 1955), p. 70.
 - ²² Noch betekent dit dat hij het eens zou zijn met alles wat wij zeggen.

Hoofdstuk 1 - Hoe de “kanswetten” jou beïnvloeden

*Geen theorie van toeval kan de creatie van de wereld verklaren.
Voordat toeval atomen kan doen rondwervelen door de oneindige
leegte, moeten deze atomen eerst bestaan! Wat uitgelegd moet worden
is het bestaan van de wereld en van materie. Het is niet logisch om te
beweren dat toeval een verklaring kan zijn voor de creatie van het zijn.¹*
–Claude Tresmontant, Universiteit van Parijs

MATERIALISTEN STAAN ER gewoonlijk niet bij stil dat een naturalistische filosofie het *bestaan* van atomen of wat dan ook niet bevredigend kan verklaren. Dit is een serieuze tekortkoming. Maar voor het doel van deze studie zullen we beginnen met de situatie waarin de aarde en het universum al aanwezig zijn. Logica kan ons tot de conclusie leiden dat evolutie geen houdbaar middel is om te verklaren hoe dingen “van daar naar hier” zijn gegaan, van niet-leven naar een levende complexiteit.

Het pad dat we zullen volgen

De benadering die we zullen volgen naar deze waardevolle zekerheid is deze: Ten eerste is het belangrijk om twee van de belangrijkste ideeën van de waarschijnlijkheidstheorie, de “kanswetten”, goed te begrijpen. Dit kan in een relatief kort tijdsbestek gedaan worden met de hulp van de informatie in dit en het volgende hoofdstuk. Dan zullen we zien hoe deze “wetten” dienen om te limiteren wat er verwacht kan worden wat door toeval kan gebeuren, ongeacht welke andere natuurlijke wetten er verder aangesneden worden. Zouden moleculen zich zonder planning kunnen aaneensluiten en zichzelf organiseren om levende dingen te vormen? Zou bewegende materie de tegenwoordig bestaande orde tot stand kunnen brengen zonder dat een Intelligentie de vorming ervan leidde? Het zal opwindend zijn om deze kanswetten toe te passen op de vorming van proteïne-moleculen, bijvoorbeeld, en uiteindelijk op genen van de verbazingwekkende DNA-molecule zelf!

Wanneer we ons afvragen: “Zijn er intelligente personen die daadwerkelijk veronderstellen dat toeval een verklaring kan zijn voor de dingen die tegenwoordig op de aarde bestaan?” dan is het antwoord vreemd genoeg ‘ja’. Het is een wijd verspreid geloof. Om te beweren dat toeval en “natuurlijke selectie” dit samen gedaan hebben is hetzelfde als beweren dat toeval hiertoe geleid heeft. Er is geen intelligentie van buitenaf betrokken bij natuurlijke selectie, het is slechts een natuurlijk proces dat die organismen verwijderd die niet voldoende uitgerust zijn om te overleven en te reproducen. Wanneer we dit proces bekijken in hoofdstuk 5, dan zullen we zien dat het enorm overgewaardeerd is. Natuurlijke selectie, zoals het tegenwoordig door de meeste evolutionisten in de Verenigde Staten wordt begrepen, kan alleen gebruik maken van hetgeen er door toeval en willekeurige gebeurtenissen voor wordt aangeleverd.

Toeval is nog steeds de originele held van het verhaal waarop alle andere dingen moeten wachten.² Maar, de meeste evolutionisten aarzelen om dit zo direct te zeggen. (Vergeet niet dat het woord evolutie, zoals wij het gebruiken, aangeeft dat het leven voortkwam uit niet-levende materie en zijn huidige staat heeft bereikt zonder hierbij geleid te worden door een intelligentie van buitenaf.)

Het is op het moment vrij normaal voor wetenschappers om te proberen “om alle biologie in termen van natuurkunde en chemie uit te leggen”. Tenminste één wetenschapper heeft een poging ondernomen om het met alleen natuurkunde uit te leggen.³ Later zal het duidelijk worden hoe er intelligente wetenschappers kunnen zijn die geloven, hoewel dit in strijd is met het gezond verstand, dat alle dingen uitgelegd kunnen worden “zonder een toevlucht te nemen tot een ‘deus ex machina,’”⁴ zonder de betrokkenheid van God of een andere intelligentie. In de afwezigheid van intelligentie is toeval het enige dat overblijft als de uiteindelijke oorzaak van wat er gebeurt (behalve onvertakte causale kettingreacties). We handelen daarom met de kern van de kwestie, het hart van evolutie, wanneer we de kanswetten of waarschijnlijkheidstheorie bestuderen.

Waarschijnlijkheid is een praktisch concept. De onzekerheden van het toeval hebben een invloed op ons alledaagse leven. Hoe groot is de kans dat het regent op een bepaalde dag waarop je een openlucht-activiteit hebt gepland? Wat is de kans dat je lijnvlucht wordt geëkaapt? Is er een goede kans dat je auto nog zonder grote reparaties kan functioneren als je hem een half jaartje later dan gepland wil inruilen? Hoeveel

geld zal waarschijnlijk genoeg zijn om mee te nemen op een geplande overzeese reis? Wat is de kans dat je op school voor een bepaald examen zal slagen zonder nog meer te hoeven studeren?

Naast persoonlijke planning waarin we onzekerheden in beschouwing moeten nemen, worden “waarschijnlijkheid en statistiek gebruikt in de verzekeringsindustrie, natuurkunde, genetica, biologie, de zakenwereld, maar ook in kansspelen,” en als de basis voor de analyse van de aandelenmarkt, intelligentietesten en een groot gedeelte van de moderne wiskunde, zoals ons door de schrijvers van *Pathways to Probability* (“*Wegen naar Waarschijnlijkheid*”) in herinnering wordt gebracht.⁵ De moderne fabrieksproductie vertrouwt op een “kwaliteitscontrole-afdeling die zich bezighoudt met het toepassen van de statistische methode, wat in hoofdzaak neerkomt op het gebruik van waarschijnlijkheidstheorie.”⁶ Een vliegtuig waarin je reist kan van koers veranderen, afhankelijk van de *waarschijnlijkheid* van turbulentie zoals dit door satellietrapporten wordt aangegeven.

Overigens, het mag misschien al duidelijk zijn voor de lezer dat de “wetten” van de kansrekening geen wetten in de deterministische zin zijn. De waarschijnlijkheidswetten beweren niet dat dingen noodzakelijkerwijs op een bepaalde manier moeten plaatsvinden, maar dat dit gemiddeld gezien de manier is waarop dingen gebeuren. John P. Hoyt legde dit goed uit. In sommige experimenten zoals het observeren van het tijdstip van de zonsopgang, zo zei hij, kan het resultaat nauwkeurig voorspeld worden. Hij voegt hier aan toe:

*“Er zijn vele andere experimenten in vele verscheidene vakgebieden waarvan het resultaat niet nauwkeurig van te voren kan worden voorspeld. Zelfs als hetzelfde experiment steeds weer herhaald wordt onder wat gelijkwaardige omstandigheden lijken, zelfs dan kunnen de resultaten op zo’n manier variëren dat deze niet precies voorspeld kunnen worden voordat het experiment is voltooid. Maar, als hetzelfde experiment vele malen wordt herhaald, dan zien we vaak een regelmatigheid in de relatieve frequentie waarin de verschillende mogelijke resultaten voorkomen. Het is dit soort experiment dat leidde tot de ontwikkeling van de waarschijnlijkheidstheorie en waarop deze theorie kan worden toegepast.”*⁷

Wie ontraadselde de kanswetten?

In plaats van het overlaten van belangrijke zaken aan giswerk en complete onzekerheid, hebben een groot aantal briljante denkers dit onderwerp sinds de Renaissance onderzocht. Eén van de eersten die diep in de waarschijnlijkheid doken was Blaise Pascal, de beroemde Franse wiskundige, wetenschapper en theoloog uit de zeventiende eeuw. Het was in die tijd niet ongevoel voor iemand om in zowel de wetenschap als in de theologie bedreven te zijn. Vele van de vroege wetenschappelijke ontdekkingen werden door geestelijken gedaan en vele andere door godvrezende niet-geestelijke gelovigen.

Er vindt vandaag de dag een zekere opleving van deze trend plaats, in het geval van mannen zoals Claude Tresmontant. Dr. Tresmontant, die nu een jonge veertiger is en colleges wetenschapsfilosofie geeft aan de Sorbonne in Parijs. Hij heeft ook hooggewaardeerde theologische publicaties geschreven, zoals zijn *Christian Metaphysics* (“*Christelijke Metafysica*”, 1965).⁸ Dr. James Whitcomb Jr. was tegelijkertijd een professor in Oude Testament studies aan het Grace Theological Seminary en mede-schrijver van een uitputtend geologisch onderzoek. Het resulterende boek, *The Genesis Flood* (“*De Genesis Vloed*”),⁹ is het prototype van geleerde en wetenschappelijke grondigheid. Er zijn legio van zulke voorbeelden.

Het is twijfelachtig of de moderne wetenschap ook maar in de buurt zou zijn gekomen van de mate van de huidige kennis en prestaties zonder de toegewijde Christelijke geleerden uit de voorbije eeuwen, mannen die zich verwonderden over de wijsheid van de Schepper terwijl zij wetenschappelijk door microscopen en telescopen tuurden, net zoals sommige wetenschappers dat vandaag de dag doen met veel complexer en ingewikkelder instrumenten.

Na Pascal ontwikkelde Jakob Bernoulli, een Zwitsers wiskundige, de studie van de kansrekening verder. Hij kan gezien worden als de grondlegger van de waarschijnlijkheidstheorie als een tak van de wiskunde.¹⁰ Hij beschouwde het als “De Kunst van de Speculatie.”¹¹ De resulterende principes werden in de praktijk gebracht. Levensverzekeringspremies, bijvoorbeeld, zijn gebaseerd op de waarschijnlijkheidstheorie uit vroeger tijden.

Waarschijnlijkheidstheorie in de moderne natuurkunde

De wetenschap van de natuurkunde is verantwoordelijk voor de voortgaande bestudering van de waarschijnlijkheid in deze eeuw. Deens natuurkundige Niels Bohr bracht in 1913 enkele van zijn epische conclusies voort met betrekking tot de aard van het atoom. Hij bouwde voort op werk dat enkele jaren

eerder door Max Planck in Duitsland was uitgevoerd. Planck had geschreven over de “kwantums” - of hoeveelheden - energie die door atomen worden afgestaan en geabsorbeerd.¹²

Deze en andere ontdekkingen bereikten in 1926 een hoogtepunt met de verschijning van de volledige theorie van de “kwantummechanica”. Deze refereert aan de wetten die fenomenen reguleren die op zo’n kleine schaal plaatsvinden dat zij niet kunnen worden verklaard door de gewone mechanische wetten.

In dit uitzonderlijk ingewikkelde vakgebied onderging de waarschijnlijkheidstheorie zijn grootste ontwikkeling. In vele situaties waar het gedrag van atoomdeeltjes volkomen arbitrair en willekeurig leek te zijn, brachten de statistische wetten van de waarschijnlijkheid “orde”. In het midden van de twintigste eeuw “was het concept van waarschijnlijkheid één van de fundamentele inzichten van de moderne wetenschap en natuurlijke filosofie geworden.”¹³

De noodzaak voor zorgvuldig onderzochte waarschijnlijkheidsprincipes heeft vele boeken over dit onderwerp opgeleverd. Je openbare- of schoolbibliotheek heeft er zeker een aantal. Gemiddelden en formules zijn tot in groot detail uitgewerkt en zijn uiterst betrouwbaar. Wolkenkrabbers worden gebouwd en maanexpedities gelanceerd als resultaat van technologie die van deze wetten afhangt. Winkels maken beslissingen over hoeveel goederen in voorraad te houden, dienstregelingen voor vluchthavens worden opgesteld, verkeerslichten worden op elkaar afgesteld, stedelijke planning wordt uitgevoerd – en dit allemaal met behulp van de waarschijnlijkheidstheorie.

Boeken over waarschijnlijkheid

Boeken over dit vakgebied zijn erg verwarrend voor hen die niet zorgvuldig in de hogere mathematica zijn opgeleid. Er zijn er werkelijk honderden. Kies willekeurig een boek over het onderwerp en de kans is aanzienlijk dat het een lange, noeste studie en herstudie zal vereisen voordat iemand er wijs uit kan worden, tenzij hij een wiskundige is, of al onderwijs in de waarschijnlijkheidstheorie heeft genoten. Veel schrijvers over waarschijnlijkheid lijken het als vanzelfsprekend aan te nemen dat de lezer er bij aanvang al veel vanaf weet. Er zijn verscheidene boeken die wat makkelijker zijn dan de meeste ultratechnische werken. Eén van de beste is *Probability and Statistics* (“*Waarschijnlijkheid en Statistiek*”).¹⁴ Dit was een tekstboek voor een televisie cursus met de titel “Continental Classroom” (“*Continentaal Klaslokaal*”). Een ander is *Lady Luck: Theory of Probability* (“*Vrouw Fortune: De Waarschijnlijkheidstheorie*”).¹⁵ Een derde is *Probability and Statistics for Everyman* (“*Waarschijnlijk en Statistiek voor Iedereen*”), door Irving Adler.¹⁶ In boeken over waarschijnlijkheid worden codewoorden gebruikt die weinig betekenen voor iemand die geen wiskunde heeft gevolgd in het recente verleden – waaronder uitdrukkingen zoals “N-grepen”, “steekproefruimte”, en de “lege verzameling”. We hoeven ons hier niet te verdiepen in technische termen. Het kan een enorme hoeveelheid tijd vergen om behendig te worden in het gebruik van de mysterieuze terminologie van geavanceerde wiskunde.

De belangrijkste principes die nodig zijn voor het doel van deze studie zijn redelijk eenvoudig, in tegenstelling tot de complexiteit van de boeken over dit onderwerp. Er zal genoeg worden besproken in dit hoofdstuk en in de daaropvolgende pagina’s om de basisprincipes te begrijpen. Het is volkomen onnodig om in geavanceerde waarschijnlijkheidstheorie te duiken, tenzij iemand dit om andere redenen nodig heeft. De eerste hoofdstukken van boeken zoals de hierboven genoemde bieden aanvullende kennis voor hen die in het onderwerp verder willen gaan. Na de eerste hoofdstukken neigen de vreemde symbolen en de complexe formules van deze vorm van hogere wiskunde zich voor de niet-professionals onder ons tot zelfmoordneigingen te ontwikkelen.

Zijn de kanswetten intuïtief?

“Toeval is een karakteristieke eigenschap van het universum,” zei Adler.¹⁷ We zijn beter uitgerust voor de beslissingen in het leven als we dit onderwerp tot op zekere hoogte begrijpen.

De principes van de waarschijnlijkheid zijn in vele opzichten precies wat iemand in een gegeven situatie zou verwachten. Hij werpt een munt op en voelt logisch aan dat hij een kans van vijftig procent heeft om kop te gooien. Hier weer een citaat uit *Pathways to Probability*:

*“We zijn geneigd om het eens te zijn met P.S. Laplace die zei: ‘We zien... dat de waarschijnlijkheidstheorie in werkelijkheid niets anders is dan gezond verstand dat tot een berekening is gereduceerd; de theorie laat ons met precisie waarderen wat redelijke geesten aanvoelen door een soort van instinct, vaak zonder in staat te zijn om het uit te leggen.’”*¹⁸

We zullen hier kort vermelden dat er vele studies zijn uitgevoerd van de betekenis van de principes van de waarschijnlijkheidstheorie. Deze studies hebben hun invloed gehad op wetenschap en filosofie en de algemene kennis over de aard der dingen. C.S. Lewis schreef ooit een interessant hoofdstuk over waarschijnlijkheid waarin hij zei, “Volgens Hume berust de waarschijnlijkheid op wat de meerderheidsstem van onze eerdere ervaringen genoemd kan worden.” In een doordringende studie van de diepere betekenis van het onderwerp, stelde Lewis, één van de meest diepe denkers van deze eeuw, het volgende:

*“Het hele idee van Waarschijnlijkheid (zoals Hume het stelt) hangt af van het principe van de Uniformiteit der Natuur... En hoe kennen we de Uniformiteit der Natuur? We hoeven maar even na te denken om in te zien dat we deze niet uit ervaring kennen... Ervaring kan daarom uniformiteit niet bewijzen, omdat uniformiteit aangenomen moet worden voordat ervaring ook maar iets bewijst.”*¹⁹

Voor onze studie in dit boek is er echter geen reden om dieper in dit aspect van de waarschijnlijkheid te duiken. We zullen kijken naar de wereld van de natuur zoals evolutionisten deze zien. De wetten van de kansrekening zullen op die aangenomen wereld worden toegepast om te zien of de dingen logisch gezien kunnen zijn geworden wat ze nu zijn, gebaseerd op die theorie. Wanneer we dit doen zullen we voortbouwen op hun eigen aanname dat de uniformiteit van de natuur waar is, in het achterhoofd houdend dat het een aanname is.

Wanneer waarschijnlijkheid niet van toepassing is

Er zijn situaties waarin toeval er weinig mee van doen heeft. We hebben gezien dat toeval niet in het spel is wanneer specifieke resultaten met precisie voorspeld kunnen worden. Daarnaast zijn situaties waarin sprake is van een vooraf gedefiniëerd doel niet geschikt om de waarschijnlijkheidstheorie op toe te passen. Datzelfde geldt voor gevallen waarin bekende oorzaak-en-gevolg ketens bestaan. Als je op de lichtschakelaar drukt, dan gaat het licht aan. Hierin is normaal gesproken geen waarschijnlijkheid bij betrokken.

Het wordt een ander verhaal als we het geval in beschouwing nemen waarin het licht uitgaat omdat een boom ergens door een ongeluk op een spanningslijn valt. Hoewel er oorzaak en gevolg in het spel zijn kunnen we de exacte volgorde niet precies vaststellen en we kunnen ook niet stellen dat iemand het doel had om de boom op dat bepaalde moment te laten vallen, of dit veroorzaakte. Er is geen mogelijkheid om van te voren te bepalen wanneer en waar zoiets zal gebeuren. Vanuit onze menselijke observatie zeggen we dat het “toevallig” zo gebeurde op dat tijdstip en die plaats.

Een ander voorbeeld is het aantal auto's dat een bepaald punt van een straat in een tijdsperiode van tien minuten passeert. Verkeersplanners moeten straten en verkeerslichten plannen, en hebben dus belangstelling in zulke feiten. Hoewel elke auto zijn eigen keten van oorzaak en gevolg bezit wat betreft het hoe en waarom de bestuurder op die plaats en op dat tijdstip voorbijrijdt, toch is het overduidelijk onmogelijk om met zekerheid te voorspellen hoeveel auto's dat punt precies zullen passeren. Er zijn te veel factoren bij betrokken die niet met zekerheid kunnen worden vastgesteld. Het is niet een situatie waarin de verkeersplanner een duidelijk te onderscheiden keten kan zien: deze-oorzaak-veroorzaakt-dit-effect. Hij moet daarom waarschijnlijkheidsredeneringen gebruiken die uiteindelijk gebaseerd zijn op eerdere ervaringen en uniformiteit.

Het is gepast om waarschijnlijkheidstheorie op evolutie toe te passen

De waarschijnlijkheidstheorie is ergens primair bij betrokken als (1) er overwogen wordt dat er geen intelligente planning plaatsvindt en (2) een oorzaak-en-gevolg keten niet ontcijferd kan worden omdat de “oorzaken te complex zijn om een voorspelling toe te staan.”²⁰

Harold J. Morowitz, Professor in de Biofysica aan Yale University, schreef:

*“Vaak is een proces zo gecompliceerd of zijn we zo onwetend wat betreft de randvoorwaarden, of wat betreft de wetten die het proces leiden, dat we niet in staat zijn om het resultaat van dat proces te voorspellen behalve op een statistische manier... Willekeurigheid is in zekere zin een gevolg van de onwetendheid van de observeerder, en toch vertoont willekeurigheid zelf enkele eigenschappen die zijn omgezet in krachtige hulpmiddelen in de studie van het gedrag van systemen van atomen.”*²¹

Evolutie is een ideaal onderwerp waarop de kanswetten kunnen worden toegepast. Zoals eerder gedefiniëerd, ontkent de evolutionaire doctrine planning vooraf en is willekeurige materie-in-beweging de primaire causale bron. “Toevallige mutaties” leveren de variatie waarop het tegenwoordig geaccepteerde evolutionaire denken in Amerika in het algemeen is gebaseerd.

Een centrale vraag die we zullen onderzoeken is deze: Staan de kanswetten iemand toe om evolutie te beschouwen als iets dat binnen het domein van denkbare waarschijnlijkheid valt?

Waarschijnlijkheid – niet altijd wat men zou verwachten

Toen we een munt opwierpen had onze intuïtie gelijk. Er is een kans van één op twee dat het resultaat kop zal zijn, Er zijn andere situaties waarin waarschijnlijkheid *niet* het resultaat heeft dat we zouden verwachten. Dat is waarom het belangrijk is om de kansprincipes te bestuderen, want dan zullen we met grotere waarschijnlijkheid het juiste antwoord kunnen raden zonder diep te hoeven nadenken. Hier is een geval waarin de meeste mensen het verkeerde antwoord raden:

Stel dat we tien gelijkwaardige munten hebben en deze nummeren van één tot tien. We stoppen ze in een doos en schudden deze grondig door elkaar. Als we er dan één munt uitnemen zonder te kijken, dan verwachten we natuurlijk dat we een kans van één op tien hebben om de munt met het nummer één het eerst te voorschijn te halen. In dit geval is onze intuïtie correct. Elke munt heeft “dezelfde waarschijnlijkheid” om willekeurig te worden gekozen. De waarschijnlijkheid is daarom 1/10. In dit experiment zullen we de munt die uit de doos is gehaald er elke keer weer in terugstoppen, waardoor deze steeds een complete set munten zal bevatten. Dit noemen we “trekking met substitutie.”

Maar laten we nu veronderstellen dat we opnieuw beginnen en ons afvragen wat de kans is dat we de munt met nummer één het eerst uit de doos halen, gevolgd door nummer twee. Voor velen lijkt deze kans één op twintig. Maar de waarheid is dat de kans slechts één op honderd is om ze in deze volgorde te trekken. Als je dit moeilijk vindt om aan te nemen, ben dan niet verbaasd; je bent niet de enige die deze indruk heeft. Dit is een belangrijke stap in de vooruitgang naar zekerheid over ons belangrijkste onderwerp, dus het is de moeite waard om de wet grondig te onderzoeken die hierbij betrokken is. Alvorens we dit verder bespreken moet het opgemerkt worden dat iemand dit kan verifiëren door dit experiment in het echt na te bootsen.

Bewijs het voor jezelf zodat je er zeker van kan zijn

Het werd eerder gesteld dat deze benadering geschikt is om door jou zelf geverifiëerd te worden. Je kunt deze experimenten gemakkelijk zelf of met anderen uitvoeren door munten of andere genummerde objecten te trekken om te ontdekken of het toeval inderdaad deze wetten volgt. De tijd die nodig is voor zulke korte experimenten kan zeker de moeite waard zijn wat betreft het bereiken van solide conclusies, die je eigen verlangen om zeker te zijn bevredigen. Iemand kan hiermee doorgaan tot op elke gewenste hoogte om uit eerste hand bewijs te verkrijgen dat het, gemiddeld gezien, daadwerkelijk zo uitpakt. Het volgende hoofdstuk zal belangrijke ideeën bevatten over hoe de experimenten wetenschappelijk te maken en hoe deze zo te maken dat de meeste informatie in een korte tijd kan worden verzameld door minder dan tien objecten te gebruiken waaruit getrokken kan worden.

¹ Claude Tresmontant, “It Is Easier to Prove the Existence of God Than It Used to Be,” *Réalités* (Parijs, April, 1967), p. 46.

² Om tijd te besparen zullen we het vaak hebben over toeval en andere natuurlijke processen op deze antropomorfe (“alsof menselijk”) manier. Alhoewel dit geen wetenschappelijke bewoordingen zijn, zijn deze wel makkelijk te begrijpen, net als de niet-wetenschappelijke term “zonsopgang”.

³ Dean E. Wooldridge *Mechanical Man* (New York: McGraw-Hill, 1968).

⁴ Murray Eden, “Inadequacies of Neo-Darwinian Evolution as a Scientific Theory” *Mathematical Challenges to the Neo-Darwinian Interpretation of the Theory of Evolution*, ed. Paul S. Moorhead en Martin M. Kaplan (Philadelphia: Wistar Institute Press, 1967), p. 5. Dr. Eden geeft niet aan of hij het eens is met dit materialistische idee.

⁵ Amy C. King en Cecil B. Read, *Pathways to Probability* (New York: Holt, Rinehart & Winston, 1963), pp. 30,130.

⁶ Darrell Huff en Irving Geis, *How To Take a Chance* (New York: W. W. Norton & Co., 1959), p. 113.

⁷ John P. Hoyt, *A Brief Introduction to Probability Theory* (Scranton, Pa.: International Textbook Co., 1967), p. 1.

⁸ Claude Tresmontant, *Christian Metaphysics* (New York: Sheed en Ward, 1965).

⁹ John C. Whitcomb Jr., en Henry M. Morris, *The Genesis Flood* (Philadelphia: Presbyterian and Reformed Publishing Co., 1960).

¹⁰ *Encyclopaedia Britannica* (1967), zie “probability.”

¹¹ Huff, *How to Take a Chance*, p. 57.

¹² David Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics* (Princeton, N. J.: D. Van Nostrand Co., Inc., 1957), p. 72.

¹³ *Encyclopaedia Britannica*, op. cit., p. 571.

¹⁴ Frederick Mostellar, Robert E. K. Rourke, en George B. Thomas, *Probability and Statistics* (Reading, Pa.: Addison-Wesley Publishing Co., 1961).

¹⁵ Warren Weaver, *Lady Luck: Theory of Probability* (New York: Doubleday, Garden City, 1963).

¹⁶ Irving Adler, *Probability and Statistics for Everyman* (New York: John Day Co., 1963).

¹⁷ Idem., p. 11.

¹⁸ King en Read, *Pathways to Probability*, p. 130.

¹⁹ C. S. Lewis, *Miracles, A Preliminary Study* (New York: Macmillan, 1947), pp. 104, 105. Als je geïnteresseerd bent in de filosofische betekenis, dan kunnen we Lewis' studie “Over Waarschijnlijkheid” in dit scherpzinnige boekje ten zeerste aanraden. Lewis was een professor aan Oxford University en een vruchtbaar schrijver.

²⁰ Emile Borel, *Probabilities and Life* (New York: Dover Publications, Inc., 1962), p. 1. Op dezelfde pagina zegt Borel, “De principes waarop de calculus van waarschijnlijkheden is gebaseerd zijn uiterst eenvoudig en net zo intuïtief als de redeneringen die een accountant door zijn werkzaamheden leiden.”

²¹ Harold I. Morowitz, *Entropy for Biologists* (New York: Academic Press, 1970), pp. 64, 65.

Hoofdstuk 2 – Het hart van de moderne waarschijnlijkheidstheorie

Het is zeker waar dat, wanneer het niet in onze capaciteiten ligt om te bepalen wat waar is, dat we dan moeten volgen wat het meest waarschijnlijk is.
–René Descartes¹

WETENSCHAPPERS KUNNEN NIET zeggen hoe de wereld ontstond of hoe het leven begon. Er was geen menselijk waarnemer ter plaatse om met technische data vast te leggen of God deze had geschapen of dat de dingen gewoon evolueerden. Totdat iemand een punt van vertrouwen in het Bijbelse verslag bereikt, is de enige logische koers die gevolgd kan worden het gebruik van inductieve redeneringen en het volgen van wat het meest waarschijnlijk is. Laten we nu beginnen met het leren van de voornaamste regels van de waarschijnlijkheid. We zullen slechts twee centrale principes nodig hebben. Hier volgt de eerste, die soms de “wet van gemiddelden“ wordt genoemd.

De wet van de grote getallen

De waarschijnlijkheidstheorie vindt zijn toepassing voornamelijk in “grote steekproeven“. Als je een munt maar een paar keer opwerpt, dan kunnen de resultaten sterk afwijken van het gemiddelde. Maar als je met het experiment doorgaat, dan zullen deze uitvlakken tot bijna absolute voorspelbaarheid. Dit wordt de “wet van de grote getallen“ genoemd. Dit werd door natuurkundige George Gamow als volgt uitgelegd:

“Dus, terwijl voor 2, 3 of 4 worpen de kans op telkens kop of telkens munt nog steeds erg goed te bevatten is, wordt de kans op zelfs maar 90 procent kop of munt in 10 worpen al erg onwaarschijnlijk. Voor een steeds groter aantal worpen, zeg 90 of 100, wordt de waarschijnlijkheidscurve zo scherp als een naald, en daalt de kans op ook maar een kleine afwijking van de vijftig procent kop/vijftig procent munt-curve praktisch gezien naar nihil.”²

De grote steekproef dient om de fluctuaties uit te vlakken die je in een kleinere steekproef zou kunnen krijgen. In de grotere steekproef worden deze variaties “bedolven“ onder het gemiddelde. Wanneer het een groot aantal pogingen betreft, dan kan vrij nauwkeurig op deze wet van gemiddelden vertrouwd worden. Deze wet, die ooit de “wet van de grote getallen“ werd genoemd, is van centraal belang in dit vakgebied van de waarschijnlijkheidsrekening. Overigens, de waarschijnlijkheidstheorie, de kanswetten en de wetenschap van de kansrekening kunnen in de meer populaire zin eenvoudigweg beschouwd worden als verschillende termen voor hetzelfde algemene onderwerp.

Maak je experimenten wetenschappelijk

Om exact te kunnen zijn, beschouwt de waarschijnlijkheidstheorie geen materiële objecten, maar *ideale theoretische modellen* of mentale voorstellingen. Maar, als we objecten gebruiken die tot op zekere hoogte hiermee identiek zijn, dan zullen de uitkomsten van onze experimenten nagenoeg hetzelfde zijn als in het geval van de abstracte mathematische modellen waarop de wetten zijn gebaseerd.

Wanneer we experimenten uitvoeren zoals het werpen van munten of het trekken van genummerde objecten, dan is het belangrijk om ons ervan te verzekeren dat er een gelijke kans bestaat op de verschillende resultaten of “gebeurtenissen“, zoals deze ook wel worden genoemd. Als één van de objecten die getrokken kunnen worden zwaarder is dan de andere, dan kan deze de neiging hebben om zich aan de onderkant van de groep van objecten te bevinden, en hiermee dus leiden tot onnauwkeurige resultaten.. Er bestaan andere wetten die in een berekening betrokken kunnen worden als de verschillende mogelijke resultaten geen gelijke waarschijnlijkheid hebben.

Wanneer munten of letters willekeurig worden geselecteerd, dan moeten deze uiteraard vóór elke trekking grondig door elkaar gemengd worden. Als zij niet voldoende geschud worden, dan kan het object dat zojuist werd getrokken zich nog steeds dicht aan het oppervlak bevinden en dus gemakkelijker opnieuw worden getrokken. Objecten moeten ook zonder te kijken getrokken worden om de mogelijkheid te vermijden dat de keuze beïnvloedt wordt door het zien van de verschillende objecten. Het doel is om te ontdekken wat toeval kan doen, en toeval is blind.

Als in plaats van munten andere objecten worden gebruikt, dan zouden deze allemaal zoveel mogelijk dezelfde grootte, vorm en gewicht moeten hebben. Dit maakt de experimenten wetenschappelijker en staat garant voor nauwkeuriger resultaten. Maar experimenteren zal meer betekenis voor je hebben als je eerst nog een paar pagina's verder leest.

De vermenigvuldigingsregel (leer deze goed!)

We zijn nu aanbeland bij de meest belangrijke regel voor alle doelen van onze studie. Het is de tweede van de twee genoemde principes. Laten we teruggaan naar de tien genummerde munten. Waarom is er slechts een kans van één op honderd dat we de nummer 1 munt in de eerste trekking verkrijgen, gevolgd door de nummer 2 munt in de volgende trekking?

Het hierbij betrokken principe is het volgende, zoals duidelijk uitgelegd door Adler: “Splits het experiment op in een reeks van kleine stappen. Tel het aantal mogelijke uitkomsten voor elke stap. Vermenigvuldig dan deze getallen.”³ Deze belangrijke “vermenigvuldigingsregel” wordt vaak gebruikt wanneer de verschillende uitkomsten van een bepaalde stap allemaal *even waarschijnlijk* zijn en de stappen onafhankelijk van elkaar zijn.

In het experiment met de tien gelijkwaardige munten die van één tot en met tien genummerd zijn, willen we weten wat de kans is dat we in de eerste trekking nummer 1 trekken, gevolgd door de munt met nummer 2 in de tweede poging. Verdeel dit in stappen zoals Adler suggereert. Onze eerste stap zal dan bestaan uit het trekken van één munt. Er zijn tien verschillende resultaten die we in die eerste trekking zouden kunnen verkrijgen. Er zijn eveneens tien verschillende mogelijke resultaten in de tweede stap. Wanneer we deze vermenigvuldigen, zoals Adler zegt, dan hebben we dus $10 \times 10 = 100$. Dus de kans is 1 op 100 dat we de twee gewenste munten in deze volgorde trekken. De waarschijnlijkheid is dan, gemiddeld gezien, 1/100.

Voordat de eerste trekking plaatsvond, wisten we intuïtief dat er een kans van 1 op 10 was om de munt met nummer 1 te trekken.⁴ Daarom moet de kans die de *tweede* stap zal hebben, wat die kans ook is, vermenigvuldigd worden met een factor 1/10, omdat er slechts een kans van 1/10 op succes is in de *eerste* stap. Maar de tweede stap heeft ook een kans op succes van 1/10. Zoals we zojuist hebben gezien, zal deze met een waarschijnlijkheid van 1/10 uit de eerste stap moeten worden vermenigvuldigd. Dit geeft dan het antwoord voor beide stappen samen, wat dus 1/100 is. Als zo'n experiment maar lang genoeg zal worden voortgezet, dan zal in ongeveer één op de honderd trekkingen de munt met nummer één gevolgd worden door de munt met nummer twee. Maar vergeet nu niet de wet van de grote getallen. Er zullen afwijkingen bestaan tenzij je meerdere honderden trekkingen uitvoert en deze uitmiddelt.

Het principe is: *Als je eerst “deze uitkomst” bepaalt en dan “die uitkomst”, dan is de kans om beide uitkomsten te verkrijgen het produkt van hun afzonderlijke waarschijnlijkheden*, in gevallen waar de ene uitkomst de andere niet beïnvloedt. George Gamow zegt het met de volgende woorden:

“Hier hebben we de regel van ‘vermenigvuldiging van waarschijnlijkheden’, die stelt dat als je meerdere verschillende gebeurtenissen wilt, dat je de mathematische waarschijnlijkheid om deze te verkrijgen kan bepalen door de mathematische waarschijnlijkheid van de verschillende individuele gebeurtenissen te vermenigvuldigen.”⁵

Misschien lijkt dit wel een hoop gedoe over een onbelangrijk iets. Mensen die gewend zijn wiskundig te denken of het principe al kenden kunnen dit met gemak begrepen hebben. Maar voor de meeste mensen is het moeilijk te bevatten dat de kans zo klein is – slechts één op honderd. Dit is de gemiddelde uitkomst die je kan verwachten.

Het zal de moeite waard zijn om dit onderwerp niet te verlaten voordat je er volledig van overtuigd bent dat het waar is. Het verstand kan enige tijd nodig hebben om dit idee te accepteren. Darrell Huff schreef dat “zelfs intelligente volwassenen het optellen vaak verwarren met het vermenigvuldigen van waarschijnlijkheden“. Dit is de reden dat feitelijke experimenten een grote hulp kunnen zijn. Er hangt veel af van het verkrijgen van zekerheid over het feit dat dit correct is. Verder in dit boek zullen we snellere methoden voor experimentatie voorstellen die leiden tot de zekerheid over de waarheid van deze regel.

Maar deze ene regel is *absoluut vitaal* voor het hele proces van deze benadering van de zekerheid. Deze kan onder de knie worden gkregen door het nog eens opnieuw te lezen en door te experimenteren zoals later zal worden beschreven, en door over de zaak na te denken totdat het verstand deze als waarheid zal accepteren. De complete waarschijnlijkheidstheorie die in de wetenschap en de industrie wordt gebruikt is gestoeld op deze vermenigvuldigingsregel.

Kan toeval tot tien tellen?

Wat is de kans om *alle tien* munten in volgorde te trekken? Onthoudt de vermenigvuldigingsregel. Voor elk van deze stappen bestaan er tien mogelijke uitkomsten. Voor elk van de tien stappen moeten we tien met zichzelf vermenigvuldigen totdat het getal tien keer is gebruikt: $10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10,000,000,000$. De kans om alle tien munten op rij te trekken is dus erg klein. In slechts één op tien miljard trekkingen zullen we eerst nummer één trekken en dan, in de juiste volgorde, de rest van de munten. Het toeval zal hier gemiddeld dus maar één keer in tien miljard pogingen in slagen.

Het bevatten van de betekenis hiervan staat gelijk aan het op de goed weg zijn naar de zekerheid die we zoeken. *Toeval heeft gemiddeld tien miljard pogingen nodig om tot tien te tellen!*

Verkort de tijd van je experimenten

De lezer zal zich er zonder twijfel van bewust zijn dat het experiment met de tien munten te lang duurt om een redelijke kans op succes te hebben als dit experiment correct wordt uitgevoerd. Als een persoon dag en nacht elke vijf seconden een munt zou kunnen trekken en het resultaat vastleggen, dan zou het meer dan 1500 jaar duren om de tijdsperiode te overbruggen waarin *één* succesvolle poging zou kunnen worden verwacht! En in al die tijd is het doel om het toeval, gemiddeld gezien, slechts één keer tot tien te laten tellen.

We begrijpen nu wellicht de kern van het idee: toeval is niet erg capabel wanneer we op zoek zijn naar een geordend resultaat. Overweeg het verschil dat intelligentie uitmaakt –zelfs een beperkte intelligentie. Geef de munten aan een acht-jarig kind, en vraag het kind om deze te rangschikken en ze in de juiste volgorde op te rapen en terug te geven. Toeval is blind en heeft geen intelligentie. Het kind is niet op deze manier gelimiteerd. Het kind kan dit in korte tijd voor elkaar krijgen. Maar het toeval heeft 1500 jaar nodig om maar één keer tot tien te tellen.

Hetzelfde principe kan geleerd worden met kortere experimenten, door minder munten te gebruiken. Als je dit probeert met drie of vier of vijf munten en dit lang genoeg doet om alle fluctuaties door korte steekproeven uit te middelen, dan zul je zien dat dezelfde wetten nog steeds gelden. Met vijf munten is de kans om eerst nummer 1 en dan nummer 2 te verkrijgen in de eerste trekking natuurlijk gelijk aan $1 \text{ op } 5 \times 5 = 1 \text{ op } 25$.

Wanneer een munt wordt opgeworpen, dan is de kans op vier maal kop op rij gelijk aan $1/2 \times 1/2 \times 1/2 \times 1/2 = 1/16$. Wat zou de kans zijn om tien keer kop op rij te werpen?

Het woord “evolution” door toeval spellen

Veronderstel dat we nu, in plaats van getallen, de letters van het alfabet gebruiken. Ter vervanging van de munten kunnen kleine, gelijkvormige objecten gebruikt worden als ze praktisch *identiek* in grootte, gewicht en vorm zijn (het spel “Scrabble” heeft kleine letters op houten blokjes die hiervoor prima gebruikt kunnen worden).

Met één verzameling van de zesentwintig letters van het alfabet heb je een kans van $1/26$ om in de eerste trekking de letter “A” te trekken. Om “A” gevolgd door “B” te krijgen (stop de letter terug na elke trekking, net als voorheen) is de kans volgens de vermenigvuldigingsregel: $1/26 \times 1/26 = 1/676$. Om ABC in deze volgorde te krijgen, is de kans $1 \text{ op } 17,576$, volgens diezelfde regel.⁶

Om het woord “evolution” te spellen, met de acht letters in volgorde, met een kans van $1/26$ voor elk van de letters, heb je een waarschijnlijkheid van $1 \text{ op } 5,429,503,678,976$. Zoals je al hebt begrepen, is dit getal het resultaat van het vermenigvuldigen van het getal 26 met zichzelf, dit getal 9 keer gebruikend. Als een persoon dag en nacht elke vijf seconden een letter zou trekken, dan zou hij kunnen verwachten dat het woord “evolution” ongeveer één keer in 800,000 jaar met succes zou worden gespeld!

Meer experimenten voor het toeval

Veronderstel dat we het toeval aan een minder eenvoudige test onderwerpen, maar toch iets dat voor elk lagere school-kind erg eenvoudig zou zijn. Laat het toeval eens deze zinsnede spellen: “the theory of evolution.” Als we een trekking doen uit een verzameling van zesentwintig kleine scrabble-letters plus een leeg blokje voor de spatie, wat is dan de verwachting voor deze kans?

Het enige dat vereist is, is om eenvoudigweg deze drieëntwintig letters en spaties in de juiste volgorde te verkrijgen door deze willekeurig te selecteren uit de verzameling van zevenentwintig objecten (zesentwintig letters en een spatie). Volgens de vermenigvuldigingsregel die we geleerd hebben, zal deze kans gelijk zijn aan $27 \times 27 \times 27 \dots \times 27$, dit getal drieëntwintig keer gebruikend.

De berekende waarschijnlijkheid is ongeveer 1 op 834,390,000,000,000,000,000,000,000,000; dat wil zeggen, één succesvolle poging in meer dan achthonderd miljoen triljoen triljoen trekkingen.

Om een idee van de grootte van dit getal te krijgen, kunnen we ons voorstellen dat het toeval een denkbeeldige machine bedient die ELKE SECONDE een MILJARD trekkingen uitvoert, dat wil zeggen dat deze machine met de snelheid van het licht een letter trekt, vastlegt, en weer terugplaatst! Zelfs met deze ongelooflijke snelheid zou het toeval de zinsnede "the theory of evolution" gemiddeld slechts één keer in ongeveer 26,000,000,000,000,000 jaar kunnen spellen!

Nogmaals, een kind zou hier slechts een paar minuten voor nodig hebben. Het toeval zou hiervoor meer dan vijf miljoen keer zo lang nodig hebben als de aarde al bestaan heeft (als we tenminste de afgeronde leeftijd van ongeveer vijf miljard jaar aanhouden die door sommige evolutionisten nu als de leeftijd van de aarde wordt gezien).

Als we nu trekkingen zouden doen uit een verzameling van letters die zowel kleine- als hoofdletters bevat, en weer een leeg blokje voor de spatie, dan is de waarschijnlijkheid om de zinsnede "The Theory of Evolution" te spellen 1 op 4,553,500,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000. Onze machine, die trekkingen met de lichtsnelheid uitvoert, met een miljard trekkingen per seconde, zou hiervoor 140,000,000,000,000,000,000,000 jaar nodig hebben. Dat is 28,000,000,000,000 keer de veronderstelde leeftijd van de aarde!

Toeval is achterlijk

Dus toeval heeft achtentwintig triljoen keer de leeftijd van de aarde nodig alleen al om de zinsnede "The Theory of Evolution" te kunnen schrijven, wanneer zoals hierboven beschreven letters worden getrokken uit een verzameling van kleine- en hoofdletters, met de snelheid van het licht, met een miljard trekkingen per seconde! En in al die tijd wordt er verwacht dat de letters zich maar één keer in de juiste volgorde kunnen rangschikken.

Nogmaals, een kind kan dit in hooguit een paar minuten doen, gebruikmakend van zicht en intelligentie. Het verstand maakt het verschil uit tussen de twee methoden. Toeval heeft duidelijk "geen kans" om het op te nemen tegen het intelligente doel van zelfs maar een kind.

"In het begin schiep God . . ." begint steeds wetenschappelijker te lijken, wanneer we zien hoe beperkt de mogelijkheden van stom toeval zijn.

Wellicht kunnen de alfabet-experimenten die zojuist beschreven zijn helpen om te benadrukken hoe belangrijk het is om de vermenigvuldigingsregel, die we eerder hebben bestudeerd, te begrijpen. Probeer om volledig overtuigd te raken eens een paar uur letters van het alfabet te trekken! Als je dit doet, houd dan in gedachten dat toeveel geen intelligentie heeft, en geen doel heeft. Het kan niet doelgericht een juiste letter kiezen en ongewenste letters negeren totdat de volgende benodigde letter gevonden is.

In de volgende twee hoofdstukken zullen we feitelijk gebruik gaan maken van wat we geleerd hebben. We zullen de waarschijnlijkheidstheorie toepassen op het vreemde fenomeen van de "linksdraaiende" moleculen die in proteïnes worden gebruikt. We zullen dat als een vingeroefening gebruiken in het toepassen van de kanswetten. Dit is hiervoor ideaal, omdat er slechts twee mogelijke uitkomsten mogelijk zijn in elke stap. Het is daarom gelijksoortig aan het experiment waarin een munt wordt opgeworpen.

Speciale opmerking voor de lezer

Het grootste gedeelte van dit boek is geschreven in duidelijke, makkelijk te begrijpen taal. Maar op een aantal plaatsen moeten we diep genoeg in bepaalde gebieden van de biologie duiken om de wetten van de kansrekening op een logische manier te kunnen toepassen. Dit zal het gebruik vereisen van een beperkte hoeveelheid mathematica, maar niet veel – het meeste is gewone rekenkunde. Het is een noodzakelijk onderdeel van het proces om zekerheid te verkrijgen door middel van de benadering die we hier volgen.

Het is niet waarschijnlijk dat dit voor een lezer met een gefascineerde interesse in de biologie inspanning zal vereisen of verwarring zal veroorzaken.

Maar, aan de andere kant, misschien heb je slechts een incidentele interesse in de details van de wetenschap. Betekent dat dan dat deze methode om stelligheid over evolutie te verkrijgen voor jou geen waarde heeft? Helemaal niet. Een groot aantal mensen mag dan wel geen gefascineerde interesse in de biologie hebben, maar kan toch deze waardevolle zekerheid verkrijgen.

Als je je door die plaatsen heen weet te werken die wat aan de technische kant lijken te zijn, dan krijg je op zijn minst het idee in het algemeen te pakken en zul je al snel weer wat makkelijker leesmateriaal tegenkomen. Terwijl je dit doet, zul je je realiseren dat de werkelijke feiten en getallen hier beschikbaar

zijn voor iedereen die wat dieper in het onderwerp wil duiken. De conclusies zijn echter altijd in een wat makkelijker te bevatten toon. Zonder de feitelijke redeneringen en berekeningen, en zonder de referenties, zou de lezer weinig houvast hebben behalve de woorden van de schrijver, en dat is een zwakke basis om zekerheid op te bouwen. Maak je dus geen zorgen als je gedeelten tegenkomt die je niet meteen volledig kan begrijpen. Lees gewoon verder. Je kan later terugkeren naar die passages die je nog eens opnieuw zou willen lezen.

Alvorens verder te gaan, willen we bekennen dat we (tot afgrijzen van de wiskundigen onder ons) de zaak wat overgesimplificeerd hebben, met als doel om de ideeën toegankelijk te maken voor mensen die geen mathematische training hebben mogen ervaren. De terugkerende zinsnede “gemiddeld gezien“ vraagt om een diepere uitleg als deze wordt gebruikt wanneer experimenten worden herhaald. De voetnoot hierbeneden gaat hierop in, voor de gevorderde lezer.⁸ Laten we nu eens een blik werpen op linksdraaiende moleculen.

¹ In Darrel Huff en Irving Geis, *How To Take a Chance* (New York: W. W. Norton & Co., 1959), p. 7.

² George Gamow, *One, Two, Three-Infinity* (New York: Viking Press, 1961), p. 209.

³ Irving Adler, *Probability and Statistics for Everyman* (New York: John Day Co., 1963), pp. 58, 59.

⁴ Deze waarschijnlijkheid komt gedeeltelijk voort uit gelijkheid of symmetrie, en we kunnen de logica ervan aanvoelen.

⁵ Gamow, *One, Two, Three-Infinity*, p. 208.

⁶ We hebben zo'n experiment geprobeerd in het Center for Probability Research in Biology. In 30,000 trekkingen van letters van het alfabet, kwam ABC slechts éénmaal in deze volgorde voor! (Natuurlijk waren er andere redenen voor dit experiment. Het hoofddoel wordt uitgelegd in hoofdstuk 6 waar dit experiment in een analogie voorziet voor bruikbare en onbruikbare ketens van aminozuren.)

⁷ De denkbeeldige machine wordt voorgesteld alsof deze zich net iets minder dan een voet heen en weer beweegt voor elke trekking. Welke letter is getrokken wordt steeds vastgelegd wanneer de machine zich op de ‘terugreis’ bevindt, zodat er geen tijd is benodigd behalve voor de heen- en terugbeweging, een afstand van zo'n 0.98 voet. Met de snelheid van het licht staat deze denkbeeldige situatie toe dat er 1,000,000,000 trekkingen per seconde plaatsvinden.

⁸ Onze redenering tot dusver heeft ingehouden dat “succes” betekende dat een bepaald resultaat *gemiddeld gezien één keer* werd behaald. Beschouw nu eens het hiervan afwijkende concept dat het resultaat *op zijn minst één keer* moet worden behaald; de gewenste gebeurtenis zou dan één of meerdere malen kunnen plaatsvinden, maar het voornaamste is dat het überhaupt gebeurt.

Als we uit tien munten trekken (met terugplaatsing), wat is dan de kans dat de Nr.1 munt *op zijn minst één keer* wordt getrokken als we twee keer trekken? Dit is wat er kan gebeuren: (1) We kunnen de Nr.1 munt *slechts één keer* aantreffen in de twee trekkingen; (2) we kunnen deze *beide keren* trekken; of (3) *helemaal niet*. De eerste twee van deze mogelijkheden zouden dan als “succesvol” worden beschouwd, omdat in beide gevallen de gebeurtenis voorkomt: “De Nr.1 munt op zijn minst één keer.”

We zien dat succes op meerdere manieren kan plaatsvinden, maar falen kan slechts op één manier plaatsvinden. We berekenen daarom eerst de kans op falen. Deze is in elke trekking 9/10, en we kunnen nu de vermenigvuldigingsregel voor twee trekkingen toepassen, omdat we beide trekkingen willen laten falen – “deze en die“. $9/10 \times 9/10 = 81/100$. En om de kans op succes te bepalen:

Als de kansen op succes en falen worden opgeteld, dan is de som hiervan altijd precies één. We kunnen de kans op succes verkrijgen door 81/100 van 100/100 (dit is hetzelfde als één) af te trekken. Het antwoord is dus 19/100 op de vraag wat de kans is om de Nr.1 munt tenminste één keer te trekken. Een mathematicus zou de formule als volgt kunnen schrijven: als n het aantal trekkingen is, en p is de kans op succes in een enkele trekking, dan is $p_n = 1 - (1 - p)^n$.

Met de grote getallen die we zullen aantreffen zou het haast geen verschil uitmaken als we deze nauwkeuriger methode zouden gebruiken, dus om verwarring te vermijden zullen we de veel eenvoudiger methode gebruiken die gebruikt maakt van de kans dat een gebeurtenis gemiddeld gezien plaatsvindt. Hoofdstuk 10 zal hier meer details over geven (Het verschil tussen de twee methoden is kleiner dan het eenvoudigweg toevoegen van één aan een exponent van tien. De nauwkeuriger methode zou zelfs nog ongunstiger resultaten voor evolutie opleveren).

Hoofdstuk 3 - Het mysterie van de linksdraaiende moleculen in proteïnes

Er vinden hier mysteries plaats die een voorbode zijn van immense inspanningen in de toekomst, en die vanaf dit moment een uitnodiging zijn voor de meest serieuze overpeinzingen van de wetenschap.
–Louis Pasteur¹

MEER DAN HONDERD jaar zijn verstreken sinds Pasteur deze woorden in 1860 neerpande. Hij refereerde aan één van de vreemdste puzzels in de biologie, het feit dat alle proteïnes exclusief bestaan uit “linksdraaiende” moleculen.² Hoewel immense inspanningen ondertussen al *zijn* verricht zoals hij voorstelde, blijft dit mysterie tot op de dag van vandaag bestaan zonder adequate oplossing.

We hebben nu de interessante taak om de kanswetten, die we in het vorige hoofdstuk geleerd hebben, toe te passen op dit intrigerende onderwerp. Natuurlijk zullen we eerst moeten weten wat er bedoeld wordt met “linksdraaiende moleculen”.

Er moet op gewezen worden dat, hoewel deze werkwijze een *kortere weg* is naar zekerheid, deze toch enige inspanning vereist. De filosofie van de evolutie is zo diep in onze cultuur ingeworteld dat het moeilijk is om de fouten er van tegen te spreken zonder solide bewijs en nauwkeurige logica; het vinden van het goud van de zekerheid vereist dat we er wat graafwerk voor uitvoeren. Maar, die inspanning kan de rijkdommen opleveren waarnaar we verlangen.

Om te vermijden dat we oppervlakkig te werk gaan, zullen we enkele gebieden van het vakgebied der biologie in detail moeten bekijken. Dit kan erg interessant zijn omdat dit de studie van *leven* betreft. Voor hen die meer dan een zijdelingse interesse in dit onderwerp hebben zal de waarde duidelijk zijn van de grondigheid, met betrekking tot de voornaamste kwesties, voor het doel dat we voor ogen hebben.

Darrell Huff zei dat er twee belangrijke stappen zijn in waarschijnlijkheidsredeneringen: (1) zorg er voor dat je een maximale hoeveelheid informatie over het onderwerp hebt; (2) zorg er vervolgens voor dat een begrip van de waarschijnlijkheidswetten tot stand wordt gebracht.³ In dit hoofdstuk zullen we proberen om onze informatie over de linksdraaiende moleculen in proteïnes te maximaliseren. Vervolgens zullen we in het volgende hoofdstuk de kanswetten hierop toepassen: wat is de kans dat een proteïne alleen maar uit linksdraaiende componenten bestaat?

Het plan van aanpak zal zijn om alleen de voornaamste feiten te behouden die voor de lezer een duidelijk beeld zullen vormen. Door dit te doen zullen we aan vele interessante zijpaden moeten voorbijgaan die niet direct bij het onderwerp betrokken zijn, omdat dit geen tekstboek over biologie of biochemie in het algemeen is. Noodzakelijke technische informatie zal gewoonlijk in voetnoten of in een bijlage worden geplaatst, zodat deze niet in de weg zal staan van een snel begrip van de voornaamste ideeën. Maar de informatie zal dus wel beschikbaar zijn voor hen die dieper in het onderwerp willen graven. Het zal ook mogelijk zijn, voor hen die dit willen, om de bronnen te onderzoeken van aandachtspunten die vermeld worden, maar waarvoor hier te weinig ruimte is om er in detail op in te gaan. Voor dit doel kunnen de referenties geraadpleegd worden. Sommige kunnen gemakkelijk gevonden worden, andere zijn minder toegankelijk, maar de bron is tenminste genoemd, zoals normaal gesproken in wetenschappelijke literatuur wordt gedaan.

In wetenschappelijke publicaties worden de referenties gewoonlijk aan het eind van het hoofdstuk geplaatst. Dit is in deze online versie van dit boek ook op deze manier gedaan. Omdat vele van de referenties belangrijke extra data bevatten, kunnen deze ook nuttig zijn voor studenten (wanneer een schrijver meer dan één keer in hetzelfde hoofdstuk wordt geciteerd, dan zal na de eerste keer een kortere referentie-vorm gebruikt worden, door de naam van de auteur, sleutelwoorden uit de titel, en het paginanummer te vermelden). Omdat wiskunde niet voor iedereen even gemakkelijk is, zullen we bovendien de vorm van de berekeningen relatief eenvoudig houden, zodat iemand met praktisch geen mathematische ervaring toch in staat zal zijn om de ideeën te bevatten.

Het begrijpen van proteïnes – complex, maar toch volgens een eenvoudig plan gebouwd

Voordat we het linksdraaiende mysterie gaan bekijken, kan het waardevol zijn voor hen die uit andere vakgebieden komen om te bekijken wat proteïnes nou eigenlijk zijn. Deze zijn, uiteraard, een hoofdklasse van de complexe moleculen waaruit alle levende dingen zijn gemaakt. Omdat alle moleculen bestaan uit

atomen die met elkaar zijn verbonden, kunnen we een idee krijgen van de grootte van een molecuul door naar het aantal atomen te kijken waaruit deze bestaat. Water heeft bijvoorbeeld drie atomen. Salpeterzuur heeft er vijf. Ter vergelijking, de kleinste van de proteïnes heeft ongeveer duizend atomen, en de grootste bijna een miljoen! Proteïnes zijn dus enorm groot vergeleken met de meeste moleculen.

In hun primaire structuur zijn proteïnes lange, dunne filamenten, of strengen. Zelfs gigantische moleculen, zoals proteïnes, zijn vanuit ons oogpunt ontzettend klein. Max Perutz, verbonden aan Cambridge University, merkte feitelijk op dat een proteïne-fiber ongeveer 500 maal dunner is dan een object dat met een goede optische microscoop zou kunnen worden ontwaard.⁴ Dit lange filament op miniatuurformaat is vaak nauwkeurig opgevouwen in een ietwat bolvormige vorm die voor elk type proteïne anders is.

Proteïnes zijn ketens van aminozuur-moleculen

Het lijkt een universele regel in de biologie te zijn dat complexe dingen zijn opgebouwd uit eenvoudiger componenten. Voor wetenschappers is dit een bron van verwondering. Het maakt het ook veel gemakkelijker voor ons om dingen als proteïnes en DNA te begrijpen.

Proteïnes zijn eenvoudigweg lange ketens van kleinere moleculen die we *aminozuren* noemen. Er zijn twintig variaties hiervan die vaak in proteïnes worden gebruikt. Deze zullen in hoofdstuk 6 worden opgesomd. Er zijn indicaties dat elk van deze twintig soorten in proteïnes van alle organismen voorkomt.⁵

Het aantal van deze bouwstenen dat in een enkele proteïne voorkomt varieert ruwweg tussen 100 en 50,000, omdat er een grote variatie bestaat in de grootte van de verschillende proteïnes. Het hormoon insuline wordt gewoonlijk een proteïne genoemd, ook al valt dit met slechts 51 aminozuren buiten dit bereik. Maar het is geen volledig typische proteïne. Het gemiddelde aantal aminozuren in proteïnes van het kleinste ons bekende levende ding is ongeveer 400, en dit is een absoluut minimum.⁶

Er zijn vele duizenden soorten proteïnes, en deze voeren talrijke verschillende taken uit in levende dingen. Velen zijn spijsverterende enzymen, andere zijn constructieve moleculen, en sommige voeren hun gespecialiseerde taken uit als hormonen of als hemoglobine in bloedcellen. Al deze complexiteit komt voort uit deze twintig aminozuren en de speciale volgorde waarin zij in de keten zijn gerangschikt. Een andere volgorde leidt tot een compleet ander type proteïne.

Een wetenschapper merkte in dit verband het volgende op:

“Dus, uit ongeveer twintig verschillende aminozuren wordt het kolossale arrangement van verschillende proteïnes opgebouwd die voor de verschillende levensvormen benodigd zijn.”⁷

Aminozuren zijn ook opgebouwd op basis van een eenvoudig plan

Het is fortuinlijk voor ons begrip ervan dat zelfs aminozuren een zekere mate van uniformiteit bezitten. Ze bestaan allemaal uit dezelfde vier soorten atomen: koolstof, waterstof, stikstof en zuurstof. Twee van de aminozuren hebben ook elk een zwavel-atoom.

Bovendien zijn ook alle aminozuren precies hetzelfde in hun hoofdonderdeel of “ruggegraat” die uit drie atomen bestaat, waarvan twee koolstof en één stikstof. Het centrum van deze drie, één van de koolstof-atomen, wordt de alfa-koolstof genoemd (“Alfa” is de eerste letter van het Griekse alfabet en wordt gewoonlijk in wetenschappelijke publicaties als volgt in het Grieks geschreven: α . Om complexiteit te vermijden, zullen we dergelijke Griekse letters hier in het Nederlands uitschrijven).

Nu we enkele van de overeenkomsten hebben besproken, kunnen we ook het verschil tussen de verschillende aminozuren bekijken. Bevestigd aan het centrale koolstof-atoom, de alfa-koolstof, bevindt zich een *zijgroep*, vaak de *R groep* genoemd. *Het enige verschil tussen de diverse soorten aminozuren is dat elk een andere zijgroep heeft.*⁸

In de diverse aminozuren bestaat de zijgroep, die dus het verschil uitmaakt, uit één tot achttien atomen. De aanzienlijke diversiteit binnen deze groepen maken de vele verschillende taken mogelijk die door proteïnes worden uitgevoerd. Zij hebben verschillende elektrische en chemische eigenschappen die andere moleculen beïnvloeden. Andere aminozuren op verschillende afstanden binnen dezelfde proteïne kunnen hierdoor worden aangetrokken, met het volgende resultaat:

Wanneer de eenheden van een proteïne-keten zich in een bijzondere volgorde bevinden, dan zal de hieruit resulterende keten zich verdraaien of ronddraaien en zich zo op een specifieke manier opvouwen.⁹ Deze uiteindelijke vorm geeft de proteïne de mogelijkheid om zijn unieke taak binnen de cel uit te voeren.

Wanneer twee aminozuren worden verbonden, dan wordt tussen hen een “peptide-verbinding” gevormd en komt er hierbij een watermolecuul vrij.¹⁰ Het kost energie om de aminozuren met elkaar te verbinden. Het

is lastig om dit buiten levende wezens voor elkaar te krijgen. In het laboratorium kan dit gedaan worden door middel van technieken die speciaal voor dit doel zijn ontwikkeld.¹¹

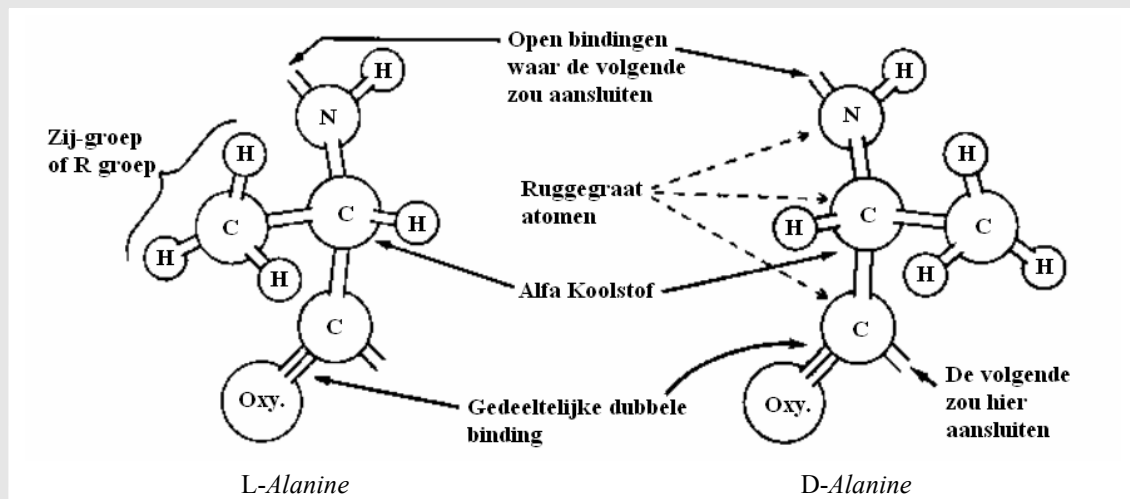
Aan de andere kant gaan proteïne-ketens deze verbinding zeer snel aan (men noemt dit *polymerisatie*). Dit systeem om proteïnes te maken is zeer complex en efficiënt, daarbij gebruik makend van enzymen en verschillende andere unieke moleculen. Het is een extreem interessant proces dat plaatsvindt onder leiding van de DNA-code, de erfelijke “taal van het leven“. Dit zal in hoofdstuk 9 worden besproken.

Hoe kan een molecule linksdraaiend zijn?

Aminozuren kunnen bestaan uit zowel rechtsdraaiende als linksdraaiende vormen. Dat is te vergelijken met de twee handen van een persoon: deze hebben dezelfde componenten – vingers en duimen – maar toch zijn ze verschillend. De duim zit aan de ene hand aan de linkerkant, en aan de andere hand aan de rechterkant. Zij zijn “gespiegeld“ ten opzichte van elkaar. Sommige moleculen hebben zo iets ook.

Laten we ons voorstellen dat we in staat zouden zijn om naar een aminozuur-molecule te kijken. Onthoud dat elke aminozuur-molecule gebouwd is volgens hetzelfde eenvoudige plan. De drie atomen van de ruggegraat bevinden zich in de doorgaande lijn van de proteïne-keten, als het aminozuur met andere aminozuren is verbonden. In het centrum daarvan bevindt zich het alfa-koolstof atoom. Aan één uiteinde daarvan bevindt zich een stikstof-atoom, aan het andere uiteinde het andere koolstof-atoom.¹² Als we er nu naar kijken vanuit het uiteinde met het koolstof-atoom, dan is het mogelijk om te bepalen of het om een links- of rechtsdraaiend molecuul gaat (zie Figuur 2).

FIGUUR 2: Linksdraaiende en rechtsdraaiende aminozuur- residuen



Links- en rechtsdraaiende aminozuur-residuen. De moleculen die hier getoond zijn, zijn L-alanine en D-alanine (L = levo, of linksdraaiend; D = dextro, of rechtsdraaiend). Alanine is het eenvoudigste aminozuur dat isomersch is, oftewel een draairichting heeft.

De verbindingen in de figuur zijn niet op schaal getekend, maar zijn uitgerekt zodat de links- en rechtsdraaiende aard duidelijker gezien kan worden. In echte moleculen zijn de verbindingen korter zodat de “oppervlakken“ overlappen, waardoor de moleculen compacter worden. De initialen op de atomen geven aan of deze koolstof (C), stikstof (N), zuurstof (O) of waterstof (H) zijn. Merk nu op dat de positie van de zijgroep het enige verschil tussen deze twee is, aan ofwel de linker- ofwel de rechterkant.

Let nu eens op het koolstof-atoom in het midden van de ruggegraat. Deze lijkt zich in een iets verhoogde positie te bevinden vergeleken met de andere twee atomen van het hoofdonderdeel. Dit alfa-koolstof atoom is *asymmetrisch*, dat wil zeggen, verschillend aan elke kant. Dit verschil zit niet in het atoom zelf, maar is het resultaat van het feit dat de vier andere componenten die er mee verbonden zijn allemaal verschillend zijn.

Wanneer we dit nu bekijken vanuit ons gezichtspunt aan het “koolstof-uiteinde” van het aminozuur¹³ (het lager gelegen koolstof-atoom in Figuur 2 als het koolstof-uiteinde beschouwend), dan merken we op dat het centrale of alfa-koolstof atoom twee zijdelingse uitstulpingen heeft die onder een hoek naar links en rechts staan. Aan één kant is deze extensie eenvoudigweg een waterstof-atoom. Aan de tegenovergestelde zijde bevindt zich de zijgroep die eerder werd vermeld, de groep die verschillend is voor elk van de twintig aminozuur-typen.

Als die identificerende zijgroep zich aan de linkerkant bevindt, dan is de molecule “linksdraaiend”. Als deze daarentegen aan de rechterkant uitsteekt, dan wordt het aminozuur “rechtsdraaiend” genoemd. Deze twee vormen van dezelfde chemische stof bevatten precies dezelfde componenten en worden *isomeren* of *stereo-isomeren* van die stof genoemd. Hun zijgroepen zijn juist tegenovergesteld aan elkaar in de ruimte gepositioneerd. Elke vorm is de *antipode* van de ander. Zij zijn *enantiomorfen* of *enantiomeren* van elkaar. We kunnen in het voorbijgaan opmerken dat dit verschil op toevallige wijze werd ontdekt. Een Frans natuurkundige genaamd D.F.Arago liet in 1811 een vlak-gepolariseerde lichtbundel door een kwartskristal gaan. Tot zijn verrassing ontdekte hij dat het vlak van het licht werd afgebogen of gerooteerd terwijl deze zich door het kristal heen bewoog. Later ontdekte hij dat sommige chemicaliën, opgelost in water, ook deze afbuiging van licht konden veroorzaken. Of het licht naar links of naar rechts werd afgebogen was afhankelijk van de substantie die werd gebruikt. Oplossingen die gepolariseerd licht op deze manier roteren worden *optisch actief* genoemd, omdat zij het pad van het licht ombuigen.

Toen Pasteur in 1848 dit vreemde fenomeen onderzocht, ontdekte hij dat de optisch actieve substantie die hij aan het bestuderen was bestond uit moleculen die allen in dezelfde richting draaiden.¹⁴ Tot zijn verrassing vond hij dat optisch actieve materialen uit levende dingen anders waren dan optisch actieve kristallen van inorganische substanties zoals kwarts. *Kristallen* van die laatstgenoemde stof komen voor in zowel links- als rechtsdraaiende configuraties, terwijl de *individuele moleculen* noch links- noch rechtsdraaiend zijn.

Alleen linkshandige aminozuren in proteïnes

Francis Crick, mede-ontdekker van de DNA-structuur, beschrijft deze vreemde karakteristiek van de moleculen van levende organismen:

“Het is al vele jaren bekend dat voor elk gegeven molecuul slechts één soort draairichting voorkomt in de natuur. De aminozuren die we in proteïnes tegenkomen bijvoorbeeld zijn altijd wat we “L” or “levo” aminozuren noemen, en nooit de “D” of “dextro” aminozuren. Slechts één van de twee mogelijkheden komt voor in proteïnes.”¹⁵

Dat is het mysterie. Engels bioloog John Maddox noemde het “een intellectuele donderslag dat natuurlijke proteïnes alleen maar linksdraaiende vormen van de aminozuren bevatten.”¹⁶

Dit is vooral een probleem voor hen die geloven dat het leven ontstond uit niet-levende materie door natuurlijke processen. A. I. Oparin, een Russisch biochemicus, heeft misschien meer van doen gehad met de huidige evolutionaire gedachte dan wie dan ook sinds Darwin, vanwege zijn pionierswerk om te proberen de oorsprong van het leven door middel van natuurlijke chemische processen uit te leggen. Hij ging in zijn recente boek als volgt op dit mysterie in: “Het is noodzakelijk om het kort te hebben over een probleem dat al lang in de literatuur wordt bediscussieerd.”¹⁷

In een eerder boek ging hij hier in meer detail op in. De atomen die betrokken zijn bij de verschillende posities (links en rechts) zijn onderhevig aan dezelfde krachten. Wanneer aminozuren worden gevormd, kan zo’n variërende zijgroep zich net zo makkelijk aan de linker- als aan de rechterkant vormen. Oparin zegt:

“De waarschijnlijkheid voor de vorming van de éne antipode of de andere is dus hetzelfde. Omdat de wet van gemiddelden van toepassing is op chemische reacties, is het voorkomen van een overvloed aan antipodes van één soort zeer onwaarschijnlijk, en we zijn het zelfs nog nooit tegengekomen onder de condities van niet-levende dingen en in syntheses in het laboratorium...De mogelijkheid voor protoplasma om selectief te synthetiseren en slechts één antipode te accumuleren wordt de asymmetrie van levende materie genoemd. Het is zonder uitzondering een karakteristieke eigenschap van alle organismen en komt niet voor in de niet-levende wereld.”

Pasteur wees als volgt op dit feit: “Deze grootse karakteristiek is wellicht de enige scherpe scheidslijn die we tegenwoordig kunnen trekken tussen de chemie van de dode en de levende natuur.”¹⁸

In moderne tijden hebben velen dezelfde verwondering uitgedrukt als Pasteur. Linus Pauling, die een Nobelprijs in de scheikunde ontving, zei bijvoorbeeld:

*“Dit is een zeer verwarrend feit... Van alle proteïnes die ooit zijn onderzocht, verkregen uit dieren en planten, uit hogere organismen en uit zeer eenvoudige organismen – bacteriën, schimmels, zelfs virussen – wordt ontdekt dat zij zijn gemaakt uit L-aminozuren.”*¹⁹

Hij concludeert, “Niemand weet waarom het zo is dat we opgebouwd zijn uit L-aminozuur moleculen, en niet uit D-aminozuur moleculen.”²⁰

Dr. Larry Butler, die biochemie onderwijst aan Purdue University, zei, “In alle chemische en natuurkundige opzichten (behalve voor natuurkundige eigenschappen die geassocieerd zijn met asymmetrie...) zijn D- en L-aminozuren niet alleen gelijkwaardig, maar zelfs identiek.”²¹

Professor Dennis Englin vestigt de aandacht op een experiment met hoge amusementswaarde. Wetenschappers zijn nu in staat om proteïne-achtige ketens te verbinden die zowel L- als D-aminozuren bevatten en om zo’n ketens in een levend organisme te plaatsen, bijvoorbeeld een bacterie. Het organisme breekt zo’n ketens onmiddellijk af, en bouwt in sommige gevallen de aminozuren opnieuw op, maar dan in de linksdraaiende vorm!²²

Professor William Stokes van de University of Utah vat de situatie samen, met betrekking tot deze verbazingwekkende vraag over de twee vormen voor zover het normale proteïnes betreft:

*“In alle andere opzichten zijn zij zo identiek aan elkaar als een stel handschoenen. Wanneer aminozuren kunstmatig worden geprepareerd, dan komen de L- en de D-variëteiten beide in statistisch equivalente hoeveelheden voor. Maar levende dingen kunnen alleen maar het linksdraaiende type bouwen en gebruiken, waarschijnlijk vanwege erfelijke redenen die teruggaan tot de eerste voorouder van al het leven op aarde.”*²³

Als we dit even bekijken vanuit het naturalistische standpunt, dan kunnen we ons afvragen: *Hoe konden levende dingen ontstaan die alleen maar linksdraaiende aminozuren in proteïnes gebruiken?*

Het eerste probleem is om te ontdekken hoe aminozuren überhaupt konden ontstaan door alleen natuurlijke oorzaken. De huidige verklaring hiervoor is om een primitieve atmosfeer te postuleren die volledig anders was dan onze tegenwoordige atmosfeer. Er wordt vervolgens beweerd dat aminozuren zich in die voorgeschreven atmosfeer zouden kunnen hebben vormen door de reactie van ultraviolet-straling, bliksem, en misschien ook hitte.²⁴

Maar wanneer aminozuren in gedetailleerde laboratoriumproeven werden verkregen, in experimenten met die veronderstelde oer-atmosfeer, dan bestonden deze altijd uit zowel L- als D-varianties.

We hebben dus nog steeds een probleem. *Zelfs als* de aminozuren op een natuurlijke wijze in die atmosfeer voorkwamen, dan geven deze experimenten aan dat deze voorraad ”optisch inactief“ ofwel gemengd zou zijn geweest, in plaats van allemaal ofwel L ofwel D.²⁵

Pogingen om het linkshandige fenomeen te verklaren

Wetenschappers hebben hun voorstellingsvermogen tot het uiterste gestrekt in hun zoektocht naar een oplossing. Zonder uitzondering is elk pad onbevredigend gebleken. Met het ontbreken van een betere aanpak resteerde materialisten niets anders dan te proberen om overtuigend over te komen en op de een of andere van de voorgestelde ideeën te vertrouwen. De indruk ontstaat dat velen van hen slechts een vage hoop hebben dat misschien één van deze verklaringen geldig zou kunnen zijn, zonder te specificeren welke verklaring dit dan zou zijn.

Een samenvatting van deze pogingen wordt gegeven in Bijlage 1, na het laatste hoofdstuk. De lezer wordt aangemoedigd om zich hiertoe te wenden als hij meer details over dit onderwerp te weten wil komen.

Een eeuw lang hebben inspanningen plaatsgevonden om de antwoorden te vinden. Langdurig werk, gebruikmakend van veel voorstellingsvermogen en vele laboratorium-benaderingen, zijn er slechts in geslaagd om “ongelijke hoeveelheden enantiomeren te vormen“, door reagentia, katalysators, kristallen, oplosmiddelen, etcetera te gebruiken.²⁶ Soms wordt zo’n poging toegejuicht alsof het om een succes zou gaan, en dit succes wordt dan toegekend aan het “volledig verwachte effect in de atomaire buurt door een voorkeur met betrekking tot, zeg, het gemak van de toenadering van de verscheidene reagerende moleculen tot één van de mogelijke actie-locaties.“ We kunnen opmerken dat één van deze “successen“ een “overvloed van 6 procent“ opleverde, dat wil zeggen de hoeveelheid linksdraaiend ten opzichte van rechtsdraaiend.²⁷

Alles goed en wel, maar het verkrijgen van “ongelijke hoeveelheden” is nog steeds ver verwijderd van een verklaring voor de succesvolle productie door de natuur van 100 procent (allemaal L-) produkten. Zelfs als er een manier wordt gevonden, dan blijft de vraag:

Waarom is het zo moeilijk voor onze meest intelligente wetenschappers om in een modern laboratorium klaar te spelen wat de natuur zonder enige zichtbare moeite heeft kunnen doen?

Er is geen bevredigend antwoord gevonden

Na het beschouwen van al deze pogingen is het duidelijk dat, tenzij toeval dit zou kunnen doen, er op dit moment vanuit een naturalistisch standpunt geen adequaat antwoord bestaat op de vraag hoe deze linksdraaiende toestand begon. Het resultaat hiervan is dat er weinig bewijs en weinig overeenstemming of consensus bestaat onder de wetenschappers over de oorsprong hiervan. Oparin moet aannemen dat de stereo-selectiviteit begon zonder een ontwerp dat hieraan ten grondslag ligt. Elk ander geloof zou in tegenspraak zijn met zijn communistische filosofie (het is interessant dat dat wereldbeeld – dialectisch materialisme – eigenlijk helemaal geen atheïsme is. Professor Claude Tresmontant aan de University van Parijs wees er op dat de communisten door hun onbeantwoorbare logica feitelijk pantheïsten zijn, die materie-in-beweging verafgoden).²⁸

Dr. Oparin maakt nooit duidelijk welke van de verschillende ideeën hij prefereert om de oorsprong van het exclusieve gebruik van linksdraaiende aminozuren in proteïnes te verklaren, maar hij neemt desondanks aan dat dit op een natuurlijke wijze plaatsvindt. Zijn openhartigheid wat betreft het erkennen van de moeilijkheid is bewonderenswaardig:

*“Maar zelfs wanneer we weten hoe de asymmetrie ontstond kunnen we nog steeds niet de vraag beantwoorden waarom één antipode, in plaats van de ander, zo’n monopolistische positie inneemt in het leven van alle organismen die de Aarde bevolken. Deze vraag is belangrijk om de essentiële aard van het leven te begrijpen, maar het blijft een vraag waarvoor onderzoekers in de toekomst een antwoord zullen moeten vinden.”*²⁹

Pauling maakte de volgende imaginaire opmerking over dit onderwerp:

*“De aarde zou net zo goed bevolkt kunnen zijn met levende organismen die uit D-aminozuren zijn opgebouwd in plaats van L-aminozuren. Een man die plotseling zou veranderen in een exact spiegelbeeld van zichzelf zou zich aanvankelijk niet eens realiseren dat er iets in hem veranderd was... Hij zou water kunnen drinken, lucht inademen en de zuurstof daarin gebruiken voor verbranding, koolstofdioxide uitademen, en andere lichaamsfuncties net zo goed uitvoeren als voorheen – zo lang als hij geen normaal voedsel zou eten. Wanneer hij normaal plantaardig of dierlijk voedsel zou eten, dan zou hij ontdekken dat hij dit niet zou kunnen verteren.”*³⁰

Hij bemerkte toen een vreemd toeval. Al in 1872 werd Lewis Carroll’s *Through the Looking Glass* (“*Door De Spiegel*”) gepubliceerd. In dit verhaal zegt Alice (in een land vol gespiegelde afbeeldingen), “Misschien is spiegel-melk wel niet goed om te drinken.”³¹ Het is mogelijk dat Lewis Carroll zich bewust was van Pasteur’s werk in dit vakgebied.

In een poging om het linksdraaiende fenomeen te verklaren, hebben Oparin en anderen zich afhankelijk van natuurlijke selectie opgesteld. Zoals we in hoofdstuk 5 zullen zien, is er geen manier waarop natuurlijke selectie überhaupt te werk zou kunnen gaan voordat er een manier was om alle essentiële onderdelen nauwkeurig te dupliceren. Er is ons geen methode bekend waardoor dit zou kunnen plaatsvinden met uitzondering van het complexe DNA-RNA-enzymes-ribosomen proces dat we in latere hoofdstukken zullen onderzoeken. Natuurlijke selectie is daarom volkomen nutteloos in de poging om een manier te vinden waarop de linksdraaiende aminozuren hun complete monopoliepositie in natuurlijk voorkomende proteïnes hebben verkregen.

Geen natuurlijke oplossing tenzij toeval dit effect zou hebben kunnen produceren

Omdat natuurlijke selectie niet in staat was om te kunnen werken voordat nauwkeurige duplicatie bestond, en omdat er geen verklaring is gevonden voor het gebruik van linksdraaiende componenten in proteïnes, is vanuit een naturalistisch standpunt het toeval de enige overgebleven optie. Sommige evolutionisten hebben

dit expliciet erkend. S. E. Bresler bijvoorbeeld, een top-biochemicus aan de Academy of Science in de Sovjet-Unie, schreef:

*“Hoe en waarom de complete splitsing van stereo-isomeren in levend weefsel is begonnen blijft een raadsel... We kunnen slechts speculeren dat dit opmerkelijke fenomeen oorspronkelijk optrad als gevolg van zeer zeldzame fluctuaties op grote schaal, die geassocieerd zijn met de oorsprong van het leven.”*³²

Hiermee bedoelt hij duidelijk toevallige fluctuaties. Voordat we de wetten van de waarschijnlijkheid gaan toepassen, zijn er twee vragen die beantwoord moeten worden: (1) Kan elk aminozuur met elk ander aminozuur verbonden worden, onafhankelijk van de draairichting? (2) Kunnen zij zich met hetzelfde gemak verbinden wanneer zij al dan niet dezelfde draairichting hebben?³³

Links- en rechtsdraaiende aminozuren kunnen verbonden worden

Hebben de twee vormen aminozuren een dusdanige vorm dat elke zich met een andere kan verbinden, of zij nu van het L- of D-type zijn? Het antwoord is ja. Of deze nu links- of rechtsdraaiend is, elk aminozuur kan verbonden worden met een aminozuur met beide van deze twee draairichtingen. Er lijken hierop geen uitzonderingen te bestaan.³⁴

Pauling schreef (1964) : “We hebben geen goede redenen om te geloven dat moleculen die op proteïnes lijken niet opgebouwd zouden kunnen zijn uit zowel rechts- als linksdraaiende aminozuur moleculen.”³⁵

Sinds dat geschreven werd, is dit feitelijk al vele malen in vele laboratoria gedaan, met als resultaat een grote hoeveelheid publicaties in de wetenschappelijke tijdschriften.

Het mag dan wel zo zijn dat aminozuren met tegenovergestelde draairichtingen in het laboratorium met elkaar verbonden kunnen worden, maar hoe zit het met die vraag als we de condities in beschouwing nemen waarvan de evolutietheorie aanneemt dat deze bestonden voordat het leven begon? Dr. Sidney W. Fox van de University of Miami heeft op dit gebied experimenten uitgevoerd. Enkele jaren geleden verhitte Dr. Fox alle normaal voorkomende aminozuren onder bepaalde condities tot een temperatuur van 200° C en verkreeg ketens die alle aminozuren bevatten.³⁶ Toen hij werd gevraagd of er zowel links- als rechtsdraaiende aminozuren voorkwamen in dezelfde keten, antwoordde hij dat hij er bijna 100 procent zeker van was dat dat inderdaad het geval was, maar dat er op dat moment geen manier was om dat met absolute zekerheid vast te stellen.³⁷ In dergelijke experimenten worden typisch temperaturen van 170° C en hoger gebruikt.

Zullen tegenstelde draairichtingen met hetzelfde gemak een verbinding aangaan?

Hoewel er een zekere mate van onzekerheid over dit onderwerp bestaat in de huidige wetenschappelijke kennis, lijkt het antwoord zich op één van de volgende extremen te bevinden, of ergens er tussen in: (1) Het kan zo zijn dat aminozuren met tegengestelde draairichtingen net zo gemakkelijk een verbinding aangaan, gemiddeld gezien. Wanneer alle factoren in beschouwing worden genomen lijkt dit het meest waarschijnlijk. De verschillende aminozuren zijn verschillend als het aankomt op het gemak waarmee zij in elkaar kunnen passen. Sommige doen dit beter wanneer zij dezelfde draairichting hebben, andere wanneer zij een tegengestelde draairichting hebben. De vorm van de keten, wanneer deze een spiraal begint te vormen, zou ook van invloed kunnen zijn.

(2) De andere mogelijkheid is dat er in sommige bijzondere gevallen een preferentie bestaat voor dezelfde draairichtingen, zoals in enkele rapporten wordt aangegeven.³⁸ In enkele andere gevallen is er sprake van een voorkeur voor een tegengestelde draairichting.³⁹ De uiterste grens lijkt een mogelijke voorkeur van 6/7 te zijn voor dezelfde draairichting. Het is erg onwaarschijnlijk dat dit in het algemeen het geval zal zijn, maar we zullen dit toch gebruiken als een limiet die in beschouwing moet worden genomen.

Omdat dit onderwerp behoorlijk technisch wordt, zullen we in Bijlage 2 details bijvoegen. Deze details leiden tot de conclusies die we zojuist in het kort hebben opgesomd. De lezer kan zelf experimenteren met modellen voor aminozuren om zichzelf er van te overtuigen dat het ongeveer net zo makkelijk is om deze aan elkaar te verbinden, of zij nu dezelfde of de tegengestelde draairichting hebben. Verscheidene tegenstelde configuraties worden routinematig in diverse laboratoria vervaardigd zonder bij het verbinden meer hinder te ondervinden dan wanneer dezelfde draairichting wordt gebruikt,⁴⁰ behalve in de genoemde uitzonderlijke gevallen.

In het volgende hoofdstuk zullen waarschijnlijkheidsredeneringen worden toegepast op deze uiterste limieten – gelijk gemak voor de verbinding onafhankelijk van de draairichting, of 6/7 voorkeur voor dezelfde draairichting.

-
- ¹ In Alton Meister, *The Biochemistry of the Amino Acids* (New York: Academic Press, 1965), vol. 1, p. 113.
- ² Pasteur schreef feitelijk over het ruimere mysterie dat levende moleculen in het algemeen “in één richting draaiend” zijn. We zullen ons hier nu beperken tot proteïnes.
- ³ Darrell Huff, *How to Take a Chance* (New York: W. W. Norton & Co., 1959), pp. 60, 61.
- ⁴ Max Perutz, “A House for Living Molecules,” *1970 Yearbook of Science and the Future* (Britannica), p. 365.
- ⁵ John F. Thompson, Clayton J. Morris, en Ivan K. Smith, “New Naturally Occurring Amino Acids,” *Annual Review of Biochemistry*, Vol. 38 (1969), p. 137. Zie ook: Margaret O. Dayhoff, *Atlas of Protein Sequence and Structure 1972* (National Biomedical Research Foundation, Washington, D. C., 1972).
- ⁶ Harold J. Morowitz, persoonlijke communicatie, November, 1970.
- ⁷ *Encyclopedia Britannica*, (1967), zie “chemistry.”
- ⁸ In het aminozuur proline buigt de zijgroep zich terug en bevestigt zich ook aan het naastgelegen stikstof-atoom. Dit maakt proline technisch gesproken een “iminozuur”, omdat het een waterstof-atoom vervangt dat zich gewoonlijk op die plaats bevindt.
- ⁹ De gedaante wordt ook beïnvloedt door temperatuur, oplossingen, “pH” waarde (zuurgraad), etcetera.
- ¹⁰ Deze watermolecule bestaat uit atomen die daarvoor onderdeel waren van de aminozuren. Dit is de reden dat aminozuren in een proteïne-keten ook vaak aminozuur-*residuen* worden genoemd, omdat zij niet langer compleet zijn.
- ¹¹ Als het onderstaande verwarrend is, dan is dit geen reden tot ongerustheid. Het doel van deze technische details is op dit moment om slechts enkele van de moeilijkheden aan te geven die komen kijken bij het verbinden van aminozuren buiten levende dingen:
Aminozuren moeten, om zich te kunnen verbinden, geactiveerd of ‘opgeladen’ zijn door zich chemisch te combineren met een andere substantie. Eén van zo’n chemicaliën is COCl_2 (carbonyl-chloride, ook bekend als fosgeen), wat geprepareerd kan worden door koolstofmonoxide en chloorgasen over verhitte kolen te laten passeren. COCl_2 wordt door water ontleedt. Een niet-water-gebaseerd oplosmiddel moet dus gebruikt worden op de plaats waar de reactie met het aminozuur moet plaatsvinden. Het product van de reactie is een afgeleide van het aminozuur, genaamd N-koolstof anhydride (NCA). Om NCA te laten verbinden wordt vervolgens een chemische “initiator” aan de oplossing met NCA’s toegevoegd. Gebruikte initiators zijn onder meer basen, zouten, zwakke zuren, en bepaalde ionen.
Een typisch voorbeeld van het verbinden van de aminozuur-afgeleiden zijn gamma-ethyl-L-glutamaat NCA’s. De reactie kan bij een temperatuur van 25° C tot stand worden gebracht in een organische oplossing die bekend staat als N,N-dimethylformamide door di-isopropyl amine als een initiator te gebruiken. (C. H. Bamford en H. Block, “The Polymerization of Alpha-Amino Acid N-Carbonic Anhydrides,” *Polyamino Acids, Polypeptides, and Proteins*, ed. Mark A. Stahmann, [Madison: University of Wisconsin Press, 1962], p. 66.) Er moet daarnaast aan vele andere factoren aandacht worden besteed, zoals de concentraties van de bestanddelen, en het blokkeren van reactieve groepen die zich niet in de chemische reactie mogen mengen.
Polymerisatie kan door verhitting tot 180° C tot stand worden gebracht als bepaalde nauwkeurige kunstmatige verhoudingen van aminozuren worden gebruikt, met grote hoeveelheden aspartische zuren en glutamische zuren. (Sidney W. Fox en Klaus Dose, *Molecular Evolution and the Origin of Life* [San Francisco: W. H. Freeman and Co., 1972], p. 345.)
- ¹² Het koolstof-uiteinde wordt het *carboxyl*-uiteinde genoemd, als dat uiteinde van het aminozuur vrij en compleet is, of *carbonyl* als het verbonden is met een ander.
- ¹³ J. M. Barry en E. M. Barry, *An Introduction to the Study of Biological Molecules* (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1969), p. 99.
- ¹⁴ Oplossingen die bestaan uit het tegengestelde enantiomorf van zo’n chemische stof zullen het vlak van het licht de andere kant op afbuigen. Als beide vormen in gelijke verhoudingen worden gemengd, dan zullen deze gewoonlijk het licht helemaal niet afbuigen. Men zou kunnen aannemen dat linksdraaiende moleculen het licht naar links afbuigen, maar dit is niet noodzakelijkerwijs het geval. Er bestaat geen eenvoudige universele relatie tussen bijvoorbeeld de linksdraaiende configuratie en de richting van optische afbuiging, omdat hierbij complexe factoren zijn betrokken.
- ¹⁵ Francis H. C. Crick, *Molecules and Men* (Seattle: University of Washington Press, 1966), p. 60.
- ¹⁶ John Maddox, *Revolution in Biology* (New York: Macmillan Company, 1964), p. 59.
- ¹⁷ A. I. Oparin, *Genesis and Evolutionary Development of Life* (New York : Academic Press, 1968), p. 80.
- ¹⁸ A. I. Oparin, *Life, Its Nature, Origin and Development* (New York: Academic Press, 1961), pp. 59, 60.
- ¹⁹ Linus Pauling, *General Chemistry* (Third Edition) (San Francisco: W. H. Freeman & Co., 1970), p. 774.

²⁰ Idem.

²¹ Larry Butler, Purdue University, persoonlijke communicatie, April 1971.

Sommige isomeren kunnen door hun smaak onderscheiden worden van hun tegenovergestelde vorm, zo stelt Butler. Soms kunnen zij ook door hun geur herkend worden. ("Left- and Right-Handed Odors," *Scientific American*, Vol. 225 [Augustus 1971], pp. 46, 47.) Dit zou een resultaat kunnen zijn van hun fysieke verschillen in vorm, als deze zintuiglijke receptoren specifiek gevormde locaties hebben waarin de moleculen met verschillende vormen kunnen passen".

²² Dennis Englin, Los Angeles Baptist College, persoonlijke communicatie, Juni 1971.

Voor hen die in de biologie geïnteresseerd zijn, is het intrigerend om te ontdekken dat D-aminozuren hier en daar een rol spelen in de natuur, maar tot op de dag van vandaag is er geen bewijs gevonden dat deze in proteïnes voorkomen. In gevallen waar zij voorkomen, komen er niet meer dan één of twee rechtsdraaiende isomeren voor. Deze nemen altijd een precieze plaats in, gewoonlijk in een kleine molecule of een korte peptide-keten.

Bacteriën hebben een moleculair net als onderdeel van hun celwand dat bekend staat als mureïne, buiten het celmembraan, dat de hele cel omgeeft. Mureïne bestaat uit een polysaccharide die twee aminosuikers bevat die overdwars door tetrapeptiden met elkaar verbonden zijn (die zelf vier aminozuren, in hun uiteindelijke vorm, bevatten). Twee van de vier aminozuren zijn van het D-type, die eerst als L-aminozuren binnen de cel worden gevormd en dan in de D-variant veranderen.

Het bacterie *Bacillus anthracis* heeft D-glutamisch zuur als de zich herhalende subeenheid die de "slijmcapsule" buiten de celwand vormt. Misschien leidt het gebruik van D-aminozuren in de celwanden en capsules wel tot enige bescherming van de enzymen die overheersend gecodeerd zijn om met L-isomeren te reageren.

Het antibioticum dat we kennen als *polymyxin B* bestaat uit een cyclische poly-peptide met een lengte van tien aminozuren. Een specifieke locatie in de ring wordt ingenomen door D-fenylalanine. *Penicilline*, een ander antibioticum, en *luciferin*, een chemische stof die gebruikt wordt door vuurvliegjes en andere organismen om licht te produceren, zijn andere voorbeelden van kleine moleculen waarin één of twee D-aminozuren voorkomen.

Geen van deze zeldzame voorbeelden zijn proteïnes en deze zouden allemaal de indruk kunnen wekken dat ze voor een bepaald doel zo gepositioneerd zijn in plaats van op toevallig wijze of op uitwisselbare locaties.

²³ William Lee Stokes, *Essentials of Earth History* (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1966), p. 176.

²⁴ De hypothetische primitieve atmosfeer bevat, en dat komt natuurlijk goed uit, methaan, ammonium, waterstof en waterdamp, waaruit het in theorie eenvoudig is om aminozuren af te leiden. In een beroemd experiment dupliceerde Stanley L. Miller deze veronderstelde atmosfeer en onderwierp hij het mengsel een week lang aan een elektrische vonk. Hij slaagde er in om de twee eenvoudigste aminozuren te verkrijgen alsmede drie anderen met een twijfelachtige identiteit. (George Wald, "The Origin of Life," *Scientific American* [Augustus, 1954], p. 48.) *Maar de resultaten bevatten zowel links- als rechtsdraaiende isomeren.* (Oparin, *Life, Its Nature, Origin and Development*, p. 59.) Zo'n mengsel dat beide vormen bevat wordt een *racemische modificatie* genoemd. Later verkregen Sidney W. Fox en K. Harada in complexe experimenten twaalf proteïne-type aminozuren. Zij gebruikten een aanzienlijke verhitting (rond de 1.000 °C), ammoniumhydroxide, en andere in het laboratorium gecontroleerde condities. (Sidney W. Fox en Klaus Dose, *Molecular Evolution and the Origin of Life* [San Francisco: W. H. Freeman and Co., 1972], p. 81.)

²⁵ Zes proteïne-type aminozuren zijn geïdentificeerd in de Murchison meteoriet die in 1969 in Australië insloeg. Zowel links- als rechtsdraaiende isomeren van deze proteïnes waren in "ruwweg gelijke proporties" aanwezig en werden verondersteld een inorganische oorsprong te hebben. (James G. Lawless, Clair E. Folsome, en Keith A. Kvenvolden, "Organic Matter in Meteorites," *Scientific American*, Vol. 226, [Juni, 1972], p. 42.) Dit versterkt de conclusie dat er geen natuurlijke manier bekend is waarop buiten levende cellen alleen linksdraaiende aminozuren zouden kunnen worden geproduceerd.

²⁶ Philip Morrison, in Book Reviews, *Scientific American*, Vol. 225, (Juli, 1971), p.120.

²⁷ Idem.

²⁸ Claude Tresmontant, Interview in *Réalités* (April, 1967), p. 47.

²⁹ Oparin, *Life, Its Nature, Origin and Development*, p. 61.

³⁰ Pauling, *General Chemistry*, p. 775.

Of je het nu wel of niet eens bent met zijn politieke daden, de wetenschappelijke ontdekkingen die door Linus Pauling in het laboratorium zijn gedaan zijn uitmuntend, en zijn boeken op het gebied van de wetenschap zijn klassiekers, en toch met nederigheid geschreven.

³¹ We hebben eerder gezien dat sommige organismen *sommige* van hun D-aminozuren om kunnen zetten in de L-vorm. Een dergelijke conversie naar de natuurlijke vorm lijkt echter niet mogelijk in het geval van het energierijke voedsel glucosesuiker (*Encyclopaedia Britannica*, 1967, zie "stereochemistry") en andere vitale voedselsoorten, zoals Vitamine C, dat hetzelfde is als L-ascorbisch zuur (Linus Pauling, *Vitamin C and the Common Cold* [San Francisco: W. H. Freeman & Co. 1970], p. 89.

³² S. E. Bresler, Introduction to Molecular Biology (New York: Academic Press, 1971), pp. 6, 7. Voor het eerst in Rusland gepubliceerd in 1966.

³³ Om op de hoogte te zijn van de huidige status van de informatie over deze vragen, sprak de schrijver in 1971 via de telefoon met verscheidene prominente wetenschappers in de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk die expertise hebben op dit gebied. Veel van het materiaal in dit hoofdstuk en het volgende werd eveneens gepubliceerd

als een afzonderlijke publicatie (James F. Coppedge, "Probability and Left-Handed Molecules," *Creation Research Society Quarterly*, Vol. 8 [December, 1971], pp. 163-174.) Zie ook Bijlagen 1 en 2.

³⁴ Telefoongesprekken April, 1971, met James Bonner, California Institute of Technology; Sidney W. Fox, University of Miami; Arthur Elliott, King's College, London; Harry Block, University of Liverpool.

³⁵ Linus Pauling, *College Chemistry*, 3rd ed. (San Francisco: W. H. Freeman & Co., 1964), p. 731. Herhaald in de editie uit 1970 van *General Chemistry*.

Dr. Pauling, via de telefoon commentaar gevend op deze vraag (April 1971), noemde de mogelijkheid van "sterische verandering" (belemmeringen door de vorm), maar hij verwees me naar het hierboven geciteerde boek.

We zullen in het kort het onderwerp van preferentie voor dezelfde draairichting behandelen, maar er lijkt geen reden te zijn om te betwijfelen dat een aminozuur zich met elk ander aminozuur kan verbinden, zoals door vele wetenschappers die intensief experimenteel werk op dit gebied hebben uitgevoerd is aangegeven.

³⁶ Sidney W. Fox, ed., *The Origins of Prebiological Systems and of Their Molecular Matrices* (New York: Academic Press, 1965), pp. 361-382.

Encyclopedia Americana (1971), zie "amino acids."

³⁷ Fox, persoonlijke communicatie, 1971.

Een probleem in het gebruiken van hitte om aminozuren te verbinden is "de gemakkelijke thermische decompositie" van aminozuren. (Sidney W. Fox, Kaoru Harada, & Duane L. Rohlfsing, "The Thermal Copolymerization of Alpha-Amino Acids," in *Polyamino Acids, Polypeptides, and Proteins*, ed. Mark A. Stahmann [Madison: University of Wisconsin Press, 1962], p. 47.)

³⁸ R. D. Lundberg en Paul Doty, "A Study of the Kinetics of the Primary Amine-initiated Polymerization of N-Carboxy-anhydrides with Special Reference to Configurational and Stereochemical Effects," *American Chemical Society Journal*, Vol. 79 (1957), pp. 3961-3972.

E. R. Blout en M. Idelson, in *American Chemical Society Journal*, Vol. 78 (1956), pp. 3857, 3858. Deze auteurs noemen ook een omgekeerde preferentie als een verklaring voor sommige van hun resultaten.

Fred D. Williams, M. Eshaque, en Ronald D. Brown, "Stereoselective Polymerization of Gamma Benzyl Glutamate NCA," *Biopolymers*, Vol. 10 (April, 1971), pp. 753-756.

³⁹ Fred D. Williams, Michigan Technological University, telefoongesprek, Juni, 1971.

Eberhard Shröder en Klaus Lübke, *The Peptides* (New York: Academic Press, 1965), pp. 274, 275, 319-326.

⁴⁰ E. Klein et al., "Permeability of Synthetic Polypeptide Membranes," *Biopolymers*, Vol. 10 (April, 1971), pp. 647-655; E. Klein, Gulf South Research Institute, New Orleans, telefoongesprek, Juni, 1971.

Hoofdstuk 4 – De kans op proteïnes met alleen linksdraaiende componenten

*Alle mogelijke kennis hangt dus af
van de geldigheid van de redenering.
–C. S. Lewis¹*

BEWIJS DAT IN HET VOORGAANDE hoofdstuk werd besproken maakt duidelijk dat er naast toeval niets anders is ontdekt dat het volledig linksdraaiende fenomeen adequaat kan verklaren. Het is daarom logisch om de kanswetten toe te passen om te zien of het mogelijk is dat proteïnes alleen door toeval gebruik hebben gemaakt van alleen linkshandige aminozuren.

Om helemaal eerlijk te zijn zullen de kansen berekenen voor de twee uiterste limieten van wat de werkelijke situatie zou kunnen zijn. Zoals we eerder hebben opgemerkt, zijn deze limieten: (1) ofwel er is een gelijke kans, gemiddeld gezien, dat tegenovergestelde draairichtingen zich met elkaar verbinden, onder de veronderstelde condities op de aarde voordat er leven was, of (2) er bestaat een voorkeur van 6/7, maximaal, ten gunste van verbindingen van aminozuren met dezelfde draairichting. Omdat dit eenvoudiger is, zal eerst de kans berekend worden in het geval van gelijke waarschijnlijkheid.

Het meest eenvoudig mogelijke levende ding

Dr. Harold J. Morowitz heeft aan Yale University uitgebreid onderzoek uitgevoerd voor de National Aeronautics and Space Administration om de theoretische limieten te ontdekken waaronder de meest eenvoudige zelfstandig levende dingen zichzelf zouden kunnen dupliceren, of, technisch gezien, de minimale biologische entiteit die in staat is autonome zelf-replicatie uit te voeren. Hij beschouwde hierbij de minimale functionele uitrusting die hiervoor benodigd is en de ruimte die hiervoor vereist is. Ook werd aandacht geschonken aan de elektrische eigenschappen en de gevaren van thermische beweging. De conclusie uit deze belangrijke studies is dat de kleinste van dergelijke theoretische entiteiten 239 of meer individuele proteïne-moleculen zou moeten bevatten.

Dit is niet veel eenvoudiger dan het kleinste ons werkelijk bekende levende organisme. Dit is het minuscule, bacterie-achtige *Mycoplasma hominis* H39. Dit heeft ongeveer 600 verschillende soorten proteïnes.³ Met de huidige wetenschappelijke kennis is er geen reden om aan te nemen dat er ooit iets kleiner bestond. Maar we zullen het kleinere totaal van 239 proteïne-moleculen van Morowitz' theoretisch minimale cel aanhouden, die bestaan uit 124 verschillende soorten.⁴

Het werd eerder opgemerkt dat er overduidelijk geen natuurlijke selectie kan plaatsvinden als er geen manier is om alle noodzakelijke onderdelen te dupliceren. Om het linksdraaiende fenomeen te kunnen verklaren zou het toeval alleen, niet geholpen door natuurlijke selectie, op zijn minst een complete verzameling van 239 proteïnes moeten rangschikken, die allemaal bestaan uit linksdraaiende aminozuren uit de universele 20 soorten. Er zijn redenen om aan te nemen dat al deze 20 soorten in gebruik waren ten tijde van de oorsprong van het leven.

Als we getallen gebruiken die door Morowitz zijn aangeleverd,⁵ dan kan het berekend worden dat de gemiddelde proteïne-molecule in het kleinste theoretisch minimale levende ding ongeveer 445 aminozuur-eenheden van de gebruikelijke 20 soorten zou bevatten. Van de 20 gebruikte types aminozuren kan glycine niet links- of rechtsdraaiend zijn, omdat de “zij-keten“ daarvan niet echt een keten is, maar slechts een waterstofatoom zoals aan de tegenovergestelde zijde. Het kan aangenomen worden dat deze minimale theoretische cel wat zijn opbouw betreft in vele opzichten op een bacterie zou lijken. In sommige bacteriën bestaat net iets meer dan 8 procent van de totale aminozuur-moleculen uit glycine,⁶ zodat we kunnen schatten dat er in de gemiddelde proteïne van de minimale cel 35 glycine-eenheden per keten zullen zitten. Dat betekent dat 410 van de 445 moleculen zowel rechts- als linksdraaiend zouden kunnen zijn.

Als aminozuren op een natuurlijke wijze in de “primitieve” atmosfeer zouden zijn gevormd, dan zouden zij uit statistisch gelijke hoeveelheden van de links- en rechtsdraaiende isomeren hebben bestaan. Dit werd duidelijk in de experimenten die in het voorgaande hoofdstuk werden beschreven.⁷ Dit betekent dus dat als een proteïne-keten zich door toevallige verbindingen moet vormen,⁸ dat dan alle 410 van de niet-glycine locaties met hetzelfde gemak bezet zouden kunnen worden door of een L- of een D-type aminozuur.

De eerste molecule heeft een kans van 1 op 2 om linksdraaiend te zijn. Hetzelfde geldt voor elk van de overige 409. Omdat we nu dit nu berekenen uitgaande van gelijke waarschijnlijkheid voor beide

De waarschijnlijkheid berekend bij 6/7 voorkeur voor dezelfde draairichting

Nu zal de waarschijnlijkheid berekend worden in het geval het andere uiterste is aangenomen, namelijk een preferentie van zes op zeven dat dezelfde isomeer zich verbindt met de volgende. Als een aminozuur met een bepaalde draairichting de eerste in de keten is, dan zou er geen voorkeur voor de ene of de andere richting zijn, omdat er nog geen aminozuur aanwezig is waarmee het zich zou moeten verbinden. We zullen aannemen dat ditzelfde ook steeds geldt wanneer een aminozuur in de keten wordt voorafgegaan door een glycine-residu, omdat glycine noch links- noch rechtsdraaiend is. Voor alle andere aminozuren in de keten zullen we aannemen dat de waarschijnlijkheid 6/7 is dat het volgende aminozuur er een met dezelfde draairichting zal zijn als de vorige in de keten.¹⁴

Laten we veronderstellen dat er 32 locaties in de keten van 445 zijn waar een isomerisch aminozuur zich ofwel aan een glycine zal verbinden ofwel de eerste in de hele keten zal zijn. Elk van deze 32 zal daarom een kans van 1/2 hebben om linksdraaiend te zijn, omdat er geen aminozuur aan voorafgaat dat een bepaalde voorkeur zou afdwingen. Elk van de andere 378 locaties zal een waarschijnlijkheid van 6/7 hebben dat deze ingenomen zal worden door een aminozuur met dezelfde draairichting als het hieraan voorafgaande aminozuur. Wetend dat er ook 35 glycines in de keten zijn, hebben we dus alle 445 locaties in beschouwing genomen.

Wanneer we dit berekenen voor de 32 locaties met een kans van 1/2 en voor de 378 locaties met een kans van 6/7, dan vinden we een waarschijnlijkheid van 1 op 8.7×10^{34} dat een bepaalde proteïne alleen uit L-aminozuren zou bestaan.¹⁵ Omdat een minimum van 239 van zo'n proteïnes benodigd is voor de theoretisch minimaal levende entiteit, en elk hiervan dezelfde waarschijnlijkheid zou hebben, dan volgt via de vermenigvuldigingsregel dat de waarschijnlijkheid gemiddeld gezien 1 op 10^{8350} zou zijn dat een verzameling van 239 proteïnes volledig linksdraaiend zou zijn.

Als we teruggaan naar de 10^{52} proteïne-moleculen die er volgens Dr. Eden ooit hebben bestaan, dan kunnen we deze verdelen in aan elkaar grenzende verzamelingen van 239 voor zo'n minimale cel. Er zijn dan afgerond 10^{49} van zo'n verzamelingen. Door de berekende kans van 10^{8350} te delen door dit getal, en dit getal nog eens te delen door een miljoen om overlappende verzamelingen toe te staan, bereiken we de verbazingwekkende conclusie dat er, gemiddeld gezien, slechts een kans is van 1 op 10^{8295} dat in alle proteïnes die ooit op de aarde hebben bestaan er één verzameling van 239 proteïnes zou zijn geweest die volledig linksdraaiend was. Zoals gezegd is 239 het minimale aantal dat vereist is voor de kleinste theoretische cel. In deze berekening werd nog een andere toezegging gedaan om het voor het toeval wat gemakkelijker te maken: we hebben hierin niet de tijdsfactor in beschouwing genomen voor de 10^{52} proteïnes die ooit hebben bestaan, en het bovenstaande berekend alsof deze allemaal tegelijkertijd aanwezig zouden zijn.

In alle proteïne-moleculen die ooit op aarde bestaan hebben, is de kans dat er zelfs maar één verzameling van volledig linksdraaiende componenten bestaat die voldoende is voor de kleinste theoretische levende entiteit 1 op 10^{829} . Dit is de conclusie wanneer wordt aangenomen dat er een selectieve factor van 6/7 bestaat voor dezelfde enantiomorfische vorm. Vergelijk dat eens met het aantal seconden sinds het ontstaan van het universum, wat in de grootste schatting ongeveer 10^{18} is –ongeveer 15 miljard jaar.

Zelfs als het 100 keer waarschijnlijker zou zijn dat L-aminozuren zich met een L-aminozuur zouden verbinden dan met een D-aminozuur, dan zou de kans nog steeds maar 1 op 184 miljard zijn dat een proteïne van gemiddelde grootte alleen maar L-aminozuren zou hebben. Om de vereiste verzameling van 239 te verkrijgen zou de kans kleiner worden dan 1 op 10^{2642} , in alle proteïnes die ooit op de aarde hebben bestaan. En zelfs als we ook een 100 op 1 voorkeur in rekening zouden nemen in het geval van de 32 aminozuren die door glycine worden voorafgegaan – aannemend dat het voorafgaande deel van de keten dan zo'n selectiviteit zou kunnen opleggen - dan zou de waarschijnlijkheid nog steeds astronomisch klein zijn, buiten het bevattingsvermogen van het menselijk verstand, namelijk een kans van 1 op 5×10^{373} , hierbij weer alle proteïnes gebruikend die ooit op aarde hebben bestaan.

Maar laten we, om wat realistischer te zijn, eens teruggaan naar de kans voor de minimum verzameling als de voorkeur wordt aangenomen als 6/7. Dat was een gemiddelde kans van 1 op 10^{8295} . Het afdrucken van dit getal zou al meer dan vier volledige pagina's vereisen. Als je snel spreekt, zou het zes minuten duren om dit getal uit te spreken, in miljarden. Deze getallen zijn te fantastisch om te kunnen begrijpen. Hoofdstuk 7, dat gaat over grote getallen, zal enkele vergelijkingen aandragen die zullen helpen.

Wat als we aannemen, in tegenstelling tot het feitelijke bewijs, dat er in het begin slechts veertig proteïnes vereist waren, of slechts veertig eenheden in lengte,¹⁶ met een 6/7 voorkeur voor dezelfde draairichting? Aannemend dat dan drie van deze glycine zijn, wordt de kans één op zestig miljard triljoen triljoen

triljoen triljoen dat er ooit een enkele verzameling van proteïne-moleculen zou hebben bestaan die alleen maar linksdraaiende aminozuren zou hebben (dat is 1 op 60×10^{69})

Conclusie: Geen voorstelbare waarschijnlijkheid

Er is geen natuurlijk verklaring in zicht die dit linksdraaiende mysterie adequaat kan verklaren. We hebben zojuist gezien dat de kans dat dit door toeval gebeurt zo verschrikkelijk klein is dat deze volledig onbegrijpbaar is.

Maar, aan de andere kant, als er een Schepper van alle levende dingen zou zijn, dan zou Hij om redenen die alleen Hem bekend zijn kunnen hebben besloten om alleen maar linksdraaiende aminozuren te vormen voor gebruik in proteïnes.

Deze gecreëerde enzymes zouden daarna volgens de instructies van de DNA-code vervangen worden waar nodig. Diezelfde Schepper zou de Schrijver zijn van deze verbazingwekkende code die de drager is van deze complete instructies, die ongelooflijk allesomvattend en gedetailleerd in de genen van elk levend ding op aarde bestaan.

Voor hen die de filosofie van de evolutietheorie aanhangen, is deze linksdraaiende kwestie een oncomfortabel probleem. De vele pogingen die gedaan zijn om een oplossing te vinden zijn veel noemenswaardiger vanwege de vragen die zij oproepen dan vanwege de antwoorden die zij geven. Het is niet waarschijnlijk dat dit mysterie ooit adequaat zal worden verklaard, zo lang als het bewijs voor een intelligente planning wordt genegeerd.

Maar wat als we ooit een werkelijk toereikende natuurlijke oplossing voor dit probleem zouden vinden? Het is al vaak gebeurd dat, wanneer we “natuurlijke” verklaringen voor mysteries ontdekken, dat we dan andere complexe nieuwe systemen onthullen die het onderliggende mysterie van dit complexe universum alleen maar groter maken. Hier is slechts een voorbeeld van zo'n ontdekking:

Het is lange tijd een raadsel geweest hoe de eieren van sommige vogels allemaal vlak na elkaar uitbroeden. Wetenschappers hebben nu feitelijke bandopnames van kwartel-eieren die door middel van klik- en keelgeluiden met elkaar “praten” om het uitbroeden te synchroniseren.¹⁷ Een groter mysterie is hierdoor dus blootgesteld.¹⁸

De aminozuren in proteïnes zijn niet de enige moleculen met maar één draairichting. Het stereo-selectieve fenomeen wordt in de hele levende natuur aangetroffen. We hebben eerder opgemerkt dat Vitamine C, dat L-ascorbisch zuur is, in zijn natuurlijke vorm in voedsel altijd linksdraaiend is. Dit mengsel kan in het laboratorium in zowel D- als L-isomeren worden vervaardigd, maar alleen het L-ascorbisch zuur heeft Vitamine C activiteit.¹⁹ Glucose-suiker moleculen daarentegen zijn gewoonlijk D-, of rechtsdraaiend.

Het onthouden van de zwakheid van het toeval is een belangrijke en logische stap in het beslissen welke filosofie voor de oorsprong je wil geloven, evolutie of creatie. Blind toeval vereist een gemiddelde van tien miljard pogingen om tot tien te tellen. Kan deze zielige bron de verklaring zijn voor de complexiteiten van het oog, een bijenkorf, het lied van een lijster, of de metamorfose en de 1000 mijl lange migratie van de Monarch-vlinder? In het volgende hoofdstuk zullen we ontdekken dat natuurlijke selectie een volledig inadequate oplossing is.

De wijsheid ingebouwd

We ontdekken dat de verwarring niet afneemt totdat iemand de logica accepteert dat “intelligente” systemen niet kunnen ontstaan zonder een intelligente Ontwerper.

In Genesis, hoofdstuk 1, wordt ons het idee aangereikt dat God besliste hoe elk levend wezen zou worden samengesteld. Om proteïnes te construeren, gebruikte hij blijkbaar L-aminozuren, door hemzelf gevormd, om redenen die aan ons niet bekend zijn. Misschien zullen we op een dag deze redenen ontdekken. Het is het voorrecht van wetenschappers om te kunnen experimenteren in ons goed uitgeruste kosmische laboratorium, om zo te bestuderen hoe God de zaken in elkaar heeft gezet, en om zo te proberen om de hierin ingebouwde wijsheid te begrijpen.

“Eer aan God, omdat hij dingen verbergt, eer aan de koning, omdat hij dingen onderzoekt.”²⁰

¹ C. S. Lewis, *Miracles, A Preliminary Study* (New York: Macmillan Co., 1947), p. 19.

² Deze data via persoonlijke communicatie van Morowitz verkregen, Oktober en November, 1971. Dit weerspiegelt Morowitz' meest recente schatting uit voortgaand onderzoek met medewerkers aan Yale. In eerdere schattingen was

het kleinst mogelijke levende ding veel minder complex. (Harold J. Morowitz en Mark E. Tourtellotte, “The Smallest Living Cells,” *The Living Cell*, ed. Donald Kennedy [San Francisco: W. H. Freeman and Co., 1965], pp. 31-39. Zie ook: Harold J. Morowitz, “Biological Self-Replicating Systems,” *Progress in Theoretical Biology*, ed. Fred M. Snell, Vol. 1 [1967], pp. 52-57.)

³ Hans R. Bode en Harold J. Morowitz, “Size and Structure of the *Mycoplasma hominis* H39 Chromosome,” *Journal of Molecular Biology*, Vol. 23 (1967), p. 198. Het aantal proteïnen werd verkregen uit persoonlijke communicatie met Morowitz, November, 1970.

⁴ Hoewel hij erkent dat er hypothesen zijn gemaakt over de oorsprong uit eenvoudiger vormen dan deze, is Dr. Morowitz het er mee eens dat men *op basis van feitelijk experimenteel bewijs* er niet van verzekerd kan zijn dat iets eenvoudigers de proef van autonome replicatie en levensvatbaarheid zou kunnen doorstaan (persoonlijke communicatie, 1971).

⁵ Harold J. Morowitz, *Energy Flow in Biology* (New York: Academic Press, 1968), p. 84. Eveneens data uit persoonlijke communicatie, 1971. Het totale moleculaire gewicht van 239 proteïne-moleculen bedraagt 11.6×10^6 . Het gemiddelde moleculaire gewicht per aminozuur-residu is in sommige bacteriën ongeveer 109.

⁶ Harold I. Morowitz, *Life and the Physical Sciences* (New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1963), p. 35.

⁷ Ook in Bijlage 1.

⁸ We nemen hier aan dat verbinding automatisch, zonder enzymen etc., verloopt omdat we hier alleen in de kwestie van de L- en D-waarschijnlijkheid geïnteresseerd zijn (dit is een zeer gulle aanname die het voor het toeval gemakkelijker maakt om te kunnen slagen).

⁹ Darrell Huff, *How to Take a Chance* (New York: W. W. Norton and Co., Inc., 1959), p. 22.

¹⁰ Voor de niet-wiskundigen (zoals de meesten onder ons): er is een eenvoudige manier om de macht van 2 in een macht van 10 om te zetten. Als we 2 met zichzelf vermenigvuldigen tot het totaal ongeveer gelijk is aan een macht van 10, dan vinden we dat 2^{10} ongeveer hetzelfde is als 10^3 . De formule die we dan voor het gemak kunnen hanteren is om de exponent van 2 te nemen en deze met 3 te vermenigvuldigen om de macht van 10 te verkrijgen die hieraan ongeveer gelijk is. Als we dit toepassen op ons getal 2^{410} , dan vermenigvuldigen we de exponent met 3, en het resultaat, het getal 123, is dan de correcte macht van 10. 2^{410} is daarom ongeveer gelijk aan 10^{123} . Als je tabellen met gebruikelijke logaritmes ter beschikking hebt dan hoeft je slechts in de eerste kolom tegenover 2 te kijken.

¹¹ Murray Eden, in *Mathematical Challenges to the Neo-Darwinian Interpretation of the Theory of Evolution*, ed. Paul S. Moorhead en Martin M. Kaplan (Philadelphia: Wistar Institute Press, 1967), p. 17.

¹² Zoals je je misschien herinnert van de wiskunde in school kun je grote getallen die in exponenten of machten zijn uitgedrukt vermenigvuldigen door de exponenten op te tellen. Het vermenigvuldigen van $10^3 \times 10^4$ is dus $10^{3+4} = 10^7$. Om te delen hoeft je alleen maar de ene van de andere exponent af te trekken. 10^{123} gedeeld door 10^{52} is 10^{71} .

¹³ De in het Engels gebruikelijke uitdrukking, “the odds against something”, die hier in de originele tekst wordt gebruikt, kan gedefiniëerd worden als de verhouding tussen falen en succes. Als er een kans van één op tien bestaat op succes, dan is de kans op falen dus negen op tien. “The odds against succes” is in dat geval negen tegen één. Wanneer de kans op succes gelijk is aan 1 op een zeer groot getal, dan is het bij benadering hetzelfde om dat grote getal te gebruiken om ook de “odds” tegen die gebeurtenis uit te drukken. Anders zou het complete getal in negens moeten worden uitgeschreven om het exacte getal weer te geven, dat slechts één minder is dan de kans zelf.

¹⁴ Hierin is een toezegging gedaan aan het toeval. Deze bestaat uit het feit dat we de voorkeur op 6/7 berekenen voordat zich verschillende met dezelfde draairichting naast elkaar bevinden. Dit zou wellicht meer dan genoeg kunnen zijn om een mogelijke sterische selectiviteit ongedaan te maken, die eventueel uitgeoefend zou kunnen worden door een spiraalvormige sectie voorafgaand aan een glycine-residu in de keten.

¹⁵ $1/2^{32} \times 6^{378}/7^{378} = 1$ in 8.7×10^{34} .

¹⁶ Zoals we later zullen zien (pagina 66) zou er een ondergrens van vijftig eenheden kunnen zijn, onder welke proteïnes niet stabiel zijn in een oplossing.

¹⁷ “Biological Sciences,” *1971 Britannica Book of the Year*, p. 166, over bandopnames door biologe Margaret A. Vince aan Cambridge University.

¹⁸ “Net als in andere vakgebieden in de wetenschap, hebben pogingen om vragen te beantwoorden gewoonlijk geleid tot een andere, meer geraffineerde verzameling van vragen.” Philip Handler, ed., *Biology and the Future of Man* (New York: Oxford University Press, 1970) p.130.

¹⁹ Linus Pauling, *Vitamin C and the Common Cold* (San Francisco: W. H. Freeman & Co., 1970), p. 89.

²⁰ Spreuken 25:2.

Hoofdstuk 5 – Waar natuurlijke selectie faalt

*Wetenschappers zijn het, wat betreft de interpretatie van bewijs,
vaker met elkaar oneens dan dat zij het met elkaar eens zijn
–David I. Blumenstock¹*

ZONDER NATUURLIJKE SELECTIE is de evolutietheorie dood. Dit proces is voor de fanatiekere volgelingen van de evolutietheorie bijna een godheid geworden, hoewel zij zich hier natuurlijk volkomen onbewust van zijn. Vaak wordt aan het eind van een wetenschappelijk artikel een korte vorm van aanbidding aangetroffen. Een schrijver zal, na prachtig uitgewijd te hebben over de een of andere mooie aanpassing, zijn publicatie vaak eindigen op een manier als de volgende: “We zullen ons tot in de eeuwigheid verbazen over de ongelooflijke waarheid dat wezens zo ingewikkeld als wijzelf door de lange werking van natuurlijke selectie geproduceerd kunnen worden.”²

Voordat we verder gaan met de intrigerende taak om de waarschijnlijkheidstheorie op de oorsprong van proteïne-moleculen toe te passen, is het belangrijk dat we ons bewust zijn van de beperkingen van natuurlijke selectie. Het kennen van deze grenzen is een cruciaal onderdeel van de gewenste zekerheid wat betreft het al dan niet waar kunnen zijn van de evolutietheorie.

Het proces van natuurlijke selectie

Natuurlijke selectie is de techniek waarmee organismen die het beste uitgerust zijn om te overleven en te reproduceren dominant worden. Dit lijkt natuurlijk volkomen logisch. Er bestaat zo'n werking in de natuur, maar *binnen bepaalde grenzen*. Het is duidelijk dat alleen die organismen, die in staat zijn om te bestaan en om nageslacht te produceren, in toekomstige generaties gerepresenteerd zullen worden.

Dit beperkt de continuïteit van dieren die de geslachtslijn zouden kunnen verzwakken. Het is een ingebouwd mechanisme dat tevens onnodig lijden voorkomt door die organismen er uit te nemen die niet voldoende uitgerust zijn voor de moeilijkheden van het leven, zodat zij geen nieuwe organismen zullen produceren die eveneens lijdend door het leven zouden moeten gaan. Dit is in perfecte overeenstemming met het scheppingsidee.

Maar, aan natuurlijke selectie wordt een veel grotere taak toegekend dan deze kan klaarspelen. Evolutionisten veronderstellen dat dit de manier is waarop vooruitgang wordt geboekt van lagere naar hogere levensvormen, helemaal van ééncellige dieren tot mensen.

Een nauwkeurige inschatting is de volgende, uit een artikel van George F. Howe en P. William Davis:

“Maar wanneer natuurlijke selectie nader bekeken wordt, dan werkt deze hoofdzakelijk als een 'schoonmaak-operatie' waarin schadelijke mutaties langzaam gereduceerd worden in toekomstige populaties.”³

Natuurlijke selectie kan niet selecteren wat er niet is!

Een man kan een bepaald artikel niet uit de schappen van een winkel kiezen, als de winkel dat artikel niet in voorraad heeft. Voordat evolutie zijn werk kan doen, moeten er variaties bestaan waaruit gekozen kan worden. Maar de variaties moeten verbeteringen aanbieden die betrekking hebben op overleving en voortplanting. De verbeteringen moeten eventueel ook leiden tot andere soorten dieren of planten. Anders vindt er geen evolutie plaats. Maar helaas, het is moeilijk om een bron te vinden voor nieuw materiaal met een dergelijke capaciteit.

Er bestaan tegenwoordig twee prominente ideeën die in deze gewenste variatie proberen te voorzien. Deze zijn: (1) mutaties, en (2) modern “Lamarckisme“. Lamarck, een Frans wetenschapper wiens beroemde hypothese rond 1802 geaccepteerd begon te worden, geloofde dat dieren de karakteristieken, die zij hebben verworven door zich aan hun omgeving aan te passen, kunnen overdragen aan hun nakomelingen.

Tot tevredenheid van bijna alle wetenschappers werd later bewezen dat zulke “verworven karakteristieken“ *niet* geëerfd zijn. Net als vaardigheden die ontwikkeld zijn door bewuste oefening - golf, typen, de trombone spelen - *niet* aan je kinderen worden overgedragen, tenminste niet door erfelijkheid.

Maar er bestaat een moderne vorm van Lamarckisme. Deze houdt in dat, als gevolg van oefening door een dier of gewoonten van een dier, zijn hormonen veranderen. Dit resulteert in een overerving door het

nageslacht van de variaties die dus door de aanpassing van de ouders aan hun omgeving zijn teweeggebracht. Stel je een vogel voor die in ondiep water moet lopen en daarom continu moet proberen om zijn poten uit te strekken. Zijn hormonen, zo zegt men, zullen door deze oefening gemodificeerd worden. De eieren van de vogel worden dan verondersteld te worden beïnvloed door deze hormonale verandering. Volgens het moderne Lamarckisme zullen de nakomelingen hierdoor langere poten hebben. Veel wetenschappers, zonet de meeste, beschouwing dit als slechts een omkering van een hypothese waarvan al eerder als werd bewezen dat deze onwaar was. Zij zien geen tastbaar bewijs dat een dergelijk proces bestaat. Maar evolutionisten moeten een plan hebben om verandering te kunnen produceren. Zoals we zullen zien, zijn mutaties verre van ideaal als een oplossing hiervoor. Lamarckisme wordt door sommigen als alternatief gehanteerd. André de Cayeux, een Frans paleontoloog en geoloog, schreef, “Op dit moment geloven veel Engelsen in het idee van mutaties. De Fransen neigen naar Lamarckisme. De Russen geven eveneens de voorkeur aan Lamarckisme, dat goed past in de Marxistische doctrine. Maar er zijn uitzonderingen.”⁴

Zelfs als hormonale veranderingen mogelijk zouden zijn, dan zou dit nog steeds geen verklaring kunnen zijn voor de eerste vorming van complexe proteïne-moleculen. Het hormoonsysteem is zelf complex, op delicate wijze gereguleerd, en veel hormonen zijn proteïnes. Deze zouden al moeten hebben bestaan voordat zij evolutie de helpende hand konden bieden.

Het falen van mutaties om evolutie te verklaren

Mutaties zijn tegenwoordig de enige bron waarop door de meeste Amerikaanse evolutionisten wordt vertrouwd. Prominent evolutie-voorstander George Gaylord Simpson schrijft samen met mede-auteur William S. Beck:

*“Mutaties zijn inderdaad de uiteindelijke bron van al het nieuwe genetische materiaal, wat vervolgens in het proces van seksuele reproductie eindeloos door elkaar wordt geschud. In de uiteindelijke analyse hangt elke evolutionaire verandering af van mutaties... Een capaciteit voor mutaties is één van de universele en ultieme karakteristieken van leven, en de hele organische evolutie is er van afhankelijk.”*⁵

Mutaties zijn toevallige veranderingen in het DNA-code bericht die erfelijk zijn. Zo’n veranderingen dragen afwijkingen over aan nakomelingen, zoals kleurenblindheid of suikerziekte. Mutaties worden verondersteld vooral te worden veroorzaakt door verwondingen en door kopiërfouten in het proces van DNA-replicatie.

Denk nu eens na over die laatste zin. *Het nieuwe materiaal waarop evolutie moet voortbouwen ontstaat voornamelijk door ongelukken en fouten.* Lijkt het niet enigszins vreemd dat de enorme collectie van verbazingwekkend effectieve en complexe levende dingen zich door willekeurige negatieve invloeden zou kunnen hebben ontwikkeld? André de Cayeux gebruikt deze vernietigende metafoer tegen mutaties: “De verklaring voor een sonate bevindt zich niet in een reeks foute muzieknoten.” Hij gaat hier als volgt verder op in:

*“We weten dat de grote meerderheid van mutaties slecht zijn. We kunnen hier voorbeelden van zien in ons eigen vlees, of tenminste het vlees van andere mannen. De meeste erfelijke defecten vinden hierin hun oorsprong. Om dus evolutie en de progressie van leven door de tijd te verklaren middels een proces waarin defecten en imperfecties dominant zijn lijkt paradoxaal. Het alternatief van selectie mag de pijn van de paradox dan wel verzachten, maar neemt het deze weg.”*⁶

John C. Kendrew, een wetenschapper aan Cambridge University, die voor zijn ontdekking van de structuur van de proteïne myoglobine de Nobelprijs ontving, noemt mutaties “drukfouten”. Hij schreef,

*“Net als in een echt boek is het waarschijnlijker dat drukkfouten nonsense produceren dan iets zinnigs. Mutaties zullen dus bijna altijd schadelijk zijn. Sterker nog, zij zullen het organisme of de cel bijna altijd doden, vaak in een zo vroeg stadium dat we ons niet eens realiseren dat het ooit tot ontstaan kwam.”*⁷

Hij noemt ontwikkeling via mutaties een “willekeurig proces”, en de enige basis die hij geeft voor het gebruik ervan als een bron voor evolutie is dat het “al meer dan vijfhonderd miljoen jaar” aan het werk is geweest. Enkelen verviervoudigen dat tot twee miljard jaar, of zelfs drie miljard. In dit verband kunnen we opmerken dat *het toeval zesenvestig triljoen keer zo veel tijd nodig zou hebben om slechts de zinsnede*

“*The Theory of Evolution*” te spellen, met de snelheid van het licht een miljard pogingen per seconde uitvoerend.

De cel is een uitzonderlijk precies aangepast functioneel mechanisme. Hier is één van de gebruikelijke beschrijvingen die wetenschappers geven, dit keer van Simpson en Beck:

*“Organismen zijn de meest ingewikkelde systemen die er bestaan, veel gecompliceerder en geraffineerder dan zelfs de meest geavanceerde elektronische computers, detectie- en controle-systemen, of automatische fabrieken die tot nu toe door de mens zijn gebouwd. Organismen produceren kopieën van zichzelf.....uitzonderlijk complexe systemen.”*⁹

Mutaties kunnen veroorzaakt worden door bepaalde chemicaliën, hitte, ultraviolet licht, kosmische straling, en andere straling. Een mutatie in zo'n gecompliceerd systeem, die door bijvoorbeeld ioniserende straling wordt veroorzaakt, is vergelijkbaar met de gevolgen van een gewerschot op een computer, of op het instrumentenpaneel van een straalvliegtuig. De verwachte verbetering uit zo'n versturende invloed is aan de optimistische kant.

Maar nu en dan treedt er een zeldzame mutatie op die tot een verbetering lijkt te leiden. Misschien bestaat er bijvoorbeeld wel een graansoort die zwakke halmen heeft die in een sterke wind omlaag worden geblazen. Een mutatie die door een wetenschapper uit één van de graankorrels wordt gefabriceerd produceert vervolgens een soort die sterkere halmen heeft. Deze “verbetering” zou dan wellicht een valse indruk kunnen wekken. Er zouden andere zwakheden door kunnen optreden en hierdoor zou deze soort in de natuur misschien niet kunnen overleven. Bovendien is gebleken dat sommige mutaties slechts correcties zijn van eerdere schadelijke mutaties. Thomas H. Jukes vertelde bijvoorbeeld over een geval waarin “een mutagenische chemische stof zeven verschillende veranderingen in een code-drietal produceerde wanneer deze aan een bacterie-cultuur werd toegevoegd, waarbij elke verandering de overleving van de bacterie bevorderde door de functie van een defect gen te herstellen.”¹⁰

Evolutionisten komen feitelijk in de problemen wanneer zij gevraagd worden om mutaties op te noemen die werkelijk in de natuur hebben plaatsgevonden en een rol speelden bij een werkelijke verbetering. De meeste mutaties hebben zwakheden en afwijkingen geproduceerd – bloedarmoede, mentale achterlijkheid, klompvoeten, neigingen tot hernia's, en andere negatieve veranderingen. Enkele andere hielden alleen maar een *terugkeer* in naar een eerdere betere toestand. “Toeval biedt het rauwe materiaal aan waar natuurlijke selectie op kan inwerken,” zegt Adler.¹¹ Maar we zijn begonnen te ontdekken dat het toeval incapabel en te zwak is om een geordend resultaat of bruikbaar rauw materiaal te produceren.

Mutaties produceren geen nieuwe karakteristieken

Geneticus Bolton Davidheiser zegt, “Als een gen muteert, produceert het een alternatieve vorm van de structuur of conditie die het daarvoor produceerde. Als een gen voor de vorming van een vleugel muteert, dan zal het een andere vleugelvorm produceren, en niet een oogkleur.”¹²

Er is nooit een nieuw type orgaan dat de bepaalde soort niet had voordat de mutatie plaatsvond. Mutaties leiden er niet toe dat een vleugel aan een koe wordt toegevoegd, of een ruggegraat aan een worm of een nieuw enzym aan een cel, hoewel defecte enzymen soms door omgekeerde mutaties *gerepareerd* worden. Het meest gebruikte voorbeeld van een “goede” mutatie gaat slechts over kleur van een bepaalde mottensoort in Engeland – die veranderde van licht naar donker!

Maar geen enkele aanpassing heeft ook maar iets te maken met het veranderen van het ene soort wezen naar een ander soort. Evolutionisten noemen een paar plausibel klinkende ontwikkelingen die misschien lijken op een lange, continue verandering in een soort. Wanneer iemand het bewijs zorgvuldig onderzoekt, valt de keten uit elkaar. Een voorbeeld hiervan is de veronderstelde evolutie van het paard, die we later zullen bespreken.

De fruitvlieg, *Drosophila melanogaster*, werd jarenlang in laboratoria aan straling onderworpen om de hierdoor veroorzaakte mutaties te onderzoeken. Geen enkele van de resultaten – veranderingen in oogkleur, misvormde vleugels, of andere groteske afwijkingen – gaf een indicatie dat er enige progressie naar het evolueren van een nieuw soort insect had plaatsgevonden. Zoals Davidheiser in een uitstekende studie over dit onderwerp opmerkt, is de reden dat mutaties nog steeds worden aangehouden als de bron van evolutionaire hoop dat er niets beters voorhanden is. Er werd veel ophef gemaakt over de verschillen in de snavels van de vinken op de Galapagos Eilanden, die door Charles Darwin's studie beroemd werden (maar, er is op gewezen dat Darwin hieraan eerst blijkbaar niet veel waarde aan wilde hechten, omdat deze niet in zijn dagboek werden genoemd, en zijn eerste editie van *The Voyage of the Beagle* (“*De Reis van de*

Beagle“ bevat hierover alleen maar een korte opmerking).¹³ Deze, en andere van zulke aanpassingen, zijn blijkbaar slechts minieme aanpassingen binnen de soort, zoals deze verwacht zouden worden in elk ontwerp of creatie. Moderne genetici geven mogelijke verklaringen voor hoe deze zouden kunnen optreden. Eldon J. Gardner, van de University of Utah, schrijft, “In essentie zijn het dus [begrensd] bereiken van veranderlijkheid die geërfd worden...”¹⁴

Er is te veel vertrouwen gesteld in mutaties, net als in natuurlijke selectie. Een wetenschapper die zichzelf afhankelijk van mutaties en natuurlijke selectie opstelt voor zijn filosofie voor de oorsprong en ontwikkeling zou vergeleken kunnen worden met een man die een kraai heeft geleerd om woorden te zeggen. In zijn enthousiasme overschat hij zijn prestatie en stelt hij zich de kraai voor als een receptioniste of een telefoniste. Net als evolutionisten die vertrouwen op natuurlijke selectie, verwacht hij iets dat buiten zijn vermogens ligt.

Fred John Meldau benadrukt in zijn voortreffelijke boek, *Why We Believe in Creation, Not in Evolution* (“*Waarom We in Creatie Geloven, Niet in Evolutie*”) het principe “Mutaties, maar geen transmutaties.”¹⁵ Alle veranderingen blijven binnen de soort. Dit is in volledige overeenstemming met de vaak herhaalde wet in Genesis, hoofdstuk één: “naar hun soort“ (zie Engelstalige King James vertaling, bijvoorbeeld).

Ondanks de beperkingen ervan worden mutaties nog steeds door zovelen als de enige hoop geaccepteerd, zoals in deze uitspraak “Mutaties liggen ten grondslag aan genetische variabiliteit, en zij zijn dus uiteindelijk verantwoordelijk voor de evolutie van alle tegenwoordige levensvormen.”¹⁶

Bekijk dit opmerkelijk stel zinnen eens uit de *Encyclopaedia Britannica*: “Natuurlijke selectie heeft mutaties gebruikt om goed geïntegreerde organismen op te bouwen. Nieuwe mutaties zullen waarschijnlijk deze balans doen kantelen en zijn daarom meestal schadelijk of dodelijk.”¹⁷

Natuurlijke selectie kan de aanpassingen voor “fijnafstelling” niet verklaren

Om door natuurlijke selectie te worden aangenomen, zou elke mutatie een zekere mate van voordeel moeten aanbieden, niet *zomaar* een verbetering. Het zou het soort verandering moeten zijn dat vroeger of later het verschil kan uitmaken tussen leven en dood of het verschil tussen het achterlaten van succesvolle nakomelingen of het falen hierin. Volgens de logica van het idee zou het veranderde organisme nooit prioriteit hebben over andere vormen, tenzij de verandering de feitelijke overleving of reproductie zou hebben beïnvloed.¹⁸

Natuurlijke selectie kan geen verklaring zijn voor alle fijnafgestelde aanpassingen en innovaties die we overal om ons heen zien – dingen die niet noodzakelijk zijn voor leven of voor het met succes produceren van nakomelingen. De prachtige hangende nesten die door de wielewaal gebouwd worden zijn niet noodzakelijk voor overleving. Veel andere vogels bouwen eenvoudiger nesten. Sommige bouwen er helemaal geen. Het nest van een duif is een kleine platte hoop takjes op de oksel van een horizontale tak. In tegenstelling hiermee weeft zijn buurman, de wielewaal, gecompliceerde nesten die onder het uiteinde van een tak slingeren.

Natuurlijke selectie kan de prachtige ontwerpen en kleuren van vogeleieren niet verklaren, elk karakteristiek voor zijn eigen soort. Men kan veel vogelsoorten alleen aan de hand van hun eieren identificeren. Er bestaat geen verband tussen deze verschillen en overleving, of het verschalken van een partner, of het succesvol achterlaten van nageslacht. De instinctieve manier waarop een kat zijn gezicht wast kan om deze redenen niet op deze manier geselecteerd zijn. Dit geldt ook voor de manier waarop wijzelf bijvoorbeeld van muziek genieten, wat niet vereist is voor overleving. De lezer kan zelf tientallen van zo'n voorbeelden bedenken.

Micro-mutaties en lange tijdsperioden

Gebrek aan bewijs voor welke grote bruikbare mutaties dan ook heeft de meeste evolutionisten er toe gedreven om hun toevlucht te zoeken tot micro-evolutie. Het wordt gepostuleerd dat veranderingen op minuscule schaal plaatsvinden, om dan enige tijd later gevolgd te worden door andere kleine veranderingen. Tenslotte, zo gaat het verhaal, ontstaat er een compleet nieuw orgaan of nieuwe functie, misschien een nieuw dier of een nieuwe plantensoort. Natuurlijk moeten deze veranderingen zich uiteindelijk verspreiden door een hele populatie of *genepoel*. Een ander evolutionair beginsel handelt over geografische isolatie van de onveranderde groep, zodat “gemengde huwelijken“ de nieuw verworven karakteristiek niet zullen verwateren of ongedaan maken.

Een dergelijk ontwikkelingsproces vraagt om lange tijdsperioden. Zelfs als je de geologische tijdschaal accepteert, zonder welke de evolutionisten reddeloos verloren zouden zijn, is dit een probleem.

Terwijl een organisme in afwachting zou zijn van een specifieke willekeurige mutatie om het veronderstelde lange proces van het ontwikkelen van een nieuw orgaan voorwaarts te helpen, zou er geen manier zijn om alle andere karakteristieken van het organisme stabiel te houden. Al deze andere factoren zouden onderworpen zijn aan aanvallen door mutaties die hoogst waarschijnlijk dodelijk of schadelijk zouden zijn. Enige werkelijke gunstige evolutie wordt door de kanswetten uitgesloten.

Het gepostuleerde kleine begin van nieuwe organen zou in de meeste gevallen niet nuttig zijn voor het organisme en het alleen maar in de weg staan, bijvoorbeeld het vleugelmembraan van een vleermuis. Zolang er geen voordeel geboden wordt, zou dit slechts een belemmering zijn totdat het functioneel compleet zou zijn. Bovendien is er geen enkel echt bewijs dat zo'n veranderingen ooit beginnen. Geen enkel organisme evolueert een nieuw type orgaan of nieuwe functie dat niet reeds in de soort bestond.

Pogingen om nieuwe methoden te vinden, anders dan mutaties

Enkele evolutionaire wetenschappers, zich bewust van het falen van natuurlijke selectie door kleine mutaties, hebben doortastend gezocht naar betere methoden. Zij lijken van mening te zijn dat het absoluut noodzakelijk is om een verklaring te zoeken die geen Schepper vereist. Sommigen zullen de onpersoonlijke "Natuur" als hun god accepteren, maar niet een God die een oneindige Persoon is zoals onthuld in de Bijbel. Dat zou namelijk een verantwoordelijkheid met zich meebrengen.

Richard Goldschmidt bewees zeer duidelijk de armoede van de evolutietheorie via micro-mutaties. Om dit te vervangen postuleerde hij grote veranderingen op een dramatische schaal, maar die slechts zeer zelden voorkomen.¹⁹ Het feit dat dit een idee was zonder enig solide bewijs leek hem niet te deren. Maar dit heeft zijn hypothese kwetsbaar gemaakt voor schadelijke aanvallen.

Meer recentelijk legde een Russisch wetenschapper, L. S. Davitashvili, zijn eigen nieuwe Lamarckische plan uit in een periodiek tijdschrift, *Evolution*. Hij beredeneerde dat verschillende omgevingen, en in het bijzonder veranderingen in voedsel, evolutie in complete populaties teweeg zouden kunnen brengen, en hiermee snel veranderingen produceren.²⁰ Davitashvili's theorie ondervindt op dezelfde manier het probleem van een gebrek aan geldig bewijs, omdat alle variatie die door de omgeving wordt geproduceerd zich binnen dezelfde soort bevindt en dus niet in een nieuwe soort resulteert.

Natuurlijke selectie is hulpeloos voordat er duplicatie-methoden zijn

De meest onmogelijke sprong die in evolutie vereist is, is de sprong van niet-levende materie tot leven. Veel evolutionisten hebben de scherpzinnigheid gehad om zich te realiseren dat het waanzinnig is om aan te nemen dat dit op één moment toevallig gebeurde. In plaats daarvan is het noodzakelijk gebleken om op zoek te gaan naar een proces dat leidt van het domein van niet-leven tot volledig functionerende levende cellen. Communistisch bioloog A. I. Oparin begon hiermee, en honderden wetenschappers volgden zijn voorbeeld door een enorme onderzoekstijd aan dit probleem te besteden. Om deze taak te kunnen volbrengen vond Oparin het nodig om het favoriete werkpaard van de evolutionisten, natuurlijke selectie, te hulp te roepen, lang voordat deze "protobiont" of "pre-cel" ook maar in de buurt komt van een verandering in een levend systeem.²¹ De druppels samengeklonterde groepen moleculen (die hij aanneemt) worden verondersteld "geselecteerd" te worden – de betere krijgen meer van de "voedsel"-voorraad. Druppels met de "beste" willekeurige moleculen die uit aminozuren zijn opgebouwd worden verondersteld te groeien. Er was een plan nodig om te kunnen verzekeren dat aminozuren zich op natuurlijke wijze in grote aantallen zouden vormen. Dit vereiste, zoals eerder opgemerkt, de aanname dat de "primitieve atmosfeer" er erg anders uitzag. Enkele druppels zouden minerale zouten kunnen bevatten die als zwakke katalysatoren zouden kunnen optreden om zo natuurlijke reacties op weg te helpen. Dit zou dan, zo zegt hij, een voordeel opleveren in de strijd om het bestaan. Er wordt niet uitgelegd waarom een niet-levende druppel ook maar een strijd zou willen leveren. Na verloop van tijd breekt de groeiende druppel, of *coacervaat*, in tweeën, door inwerking van golven of per ongeluk. Het wordt verondersteld dat hier dan twee "goede" moleculen uit ontstaan en Oparin leidt hieruit af dat dit een primitief duplicatie-proces is. Maar is dat zo?

Wanneer de druppel zich splitst, zullen de twee delen van elkaar verschillen, omdat het origineel geen twee exacte kopieën zou kunnen maken van alles wat zich er in bevindt. Veronderstel dat er inderdaad zo'n katalytische minerale zouten in de originele druppel zouden zitten en deze hiermee een voordeel zouden geven. Zodra de splitsing optreedt zou er slechts de helft van deze zouten in beide helften zitten, of misschien geen enkele van sommige ingrediënten in één van de nieuwe "dochter"-druppels.²² Er zou geen manier zijn om deze katalysatoren in de druppels te dupliceren.

Zonder een manier om exacte kopieën van alle componenten te maken, betekent dit het einde van de rit. Vroeger of later zou iets een eind maken aan die druppel met zijn betere moleculen. Omdat deze zich niet kon vermenigvuldigen of al zijn onderdelen kon dupliceren, zou natuurlijke selectie totaal geen kans hebben om voortgaande verbeteringen te veroorzaken.

Selectie is afhankelijk van een continue voorraad van verbeterde variëteiten. Wanneer er slechts één kopie van elke variëteit bestaat, dan heeft deze geen toekomst, zelfs niet als deze “geselecteerd” wordt, en kan niet zorgen voor “nageslacht” zoals zichzelf. Er bestaat hierin helemaal geen logische plaats om natuurlijke selectie te beschouwen, zelfs al zou zo’n proces in staat zijn om evolutie in werkelijk levende dingen te produceren.

Professor John Keosian gaf aan dat veel wetenschappers zich er van bewust zijn dat natuurlijke selectie helemaal geen rol zou kunnen hebben voordat het leven al bestond, toen hij zei:

“Tot het afgrijzen van sommige biologen wordt de term natuurlijke selectie vrij gebruikt om het proces aan te duiden dat zou kunnen hebben plaatsgevonden waardoor het ene type molecule de overhand zou kunnen hebben gekregen over een ander mogelijk type, of het proces waardoor een niet-levend macro-moleculair systeem met toenemende complexiteit zou kunnen uitgroeien.”²³

Bij gebrek aan een gecompliceerd code-systeem zoals DNA, lijkt de capaciteit om nauwkeurig te dupliceren onmogelijk. Evolutionisten die er serieus aan werken om de spontane oorsprong van het leven te verklaren zullen soms vage referenties maken aan proteïnes die als *sjablonen* of patronen dienen, op basis waarvan kopieën van henzelf zouden worden gevormd. Er is geen manier gevonden om zoiets te kunnen laten plaatsvinden. Theodosius Dobzhansky, een zeer bekend bioloog aan de Rockefeller University in New York, stelde het volgende niet te ontkennen beginsel: *“Als natuurlijke selectie moet kunnen werken, dan moet er reproductie plaatsvinden, en reproductie is de sleutel-eigenschap van leven.”²⁴* We kunnen daarom concluderen dat natuurlijke selectie onmogelijk was tijdens de vermeende natuurlijke oorsprong van het leven.

Computers die hun veto over natuurlijke selectie hebben uitgesproken

In een ingenieus experiment aan Stanford University probeerden Michael Conrad en H. H. Pattee om computers natuurlijke selectie te laten uitvoeren. De wetenschappers programmeerden de computers om “ecosystemen” te simuleren – denkbeeldige omgevingen met denkbeeldige organismen van verschillende typen. De organismen werden onderworpen aan diverse spanningen zoals deze in het echte leven voorkomen. Zij werden mogelijkheden gegeven om te “strijden voor overleving”. Hun voedseltoevoer werd langzaam verlaagd zodat sommige niet zouden kunnen overleven. Zij werden plots in nieuwe omgevingen overgezet, om op deze manier mogelijke aanpassingen teweeg te brengen die tot evolutie zouden leiden. Ze werden opgezet om eerst *symbionten* op te zoeken: partner-organismen die elkaar op een manier zouden helpen zoals ook bijen en bloemen met elkaar samenwerken. Het zorgvuldig geplande experiment pakte bedroevend ontmoedigend uit voor de evolutietheorie. De wetenschappers schreven in de *Journal of Theoretical Biology* over de “organismen” die overleefden:

“De overheersende soorten organismen waren zeer zeker inefficiënt. Veel organismen droegen fenotypische volgordes met geen duidelijke selectieve waarde...Organismen met efficiënt geplaatste parametrische symbolen lieten geen duidelijk voordeel zien ten opzichte van die organismen die inefficiënt geplaatste symbolen hadden.”²⁵

De professors verhaalden over het onvoorziene falen van natuurlijke selectie in deze zorgvuldig opgezette proef waarin verschillende “systemen” betrokken waren:

“De lage efficiëntie van organismen en het verval in de ‘matching ratio’ zijn enigszins verrassend omdat een verbetering in deze eigenschappen vaak wordt beschouwd als een criterium voor evolutie. Maar systeem 1, dat een gestaag toenemende ‘matching ratio’ had, vertoonde totaal geen gedrag dat karakteristiek is voor evolutie.”²⁶

Darwin gaf een fout toe die zijn theorie verzwakt

Charles Darwin verbeterde in latere uitgaven van *The Origin of Species* (“*De Oorsprong van Soorten*”) een foutief idee dat in de originele versie was opgenomen over de werking van natuurlijke selectie. Met zijn gebruikelijke openheid bekende hij dat hij, voordat hij in 1867 een artikel in de North British Review las, “niet onderkende hoe zeldzaam het is dat afzonderlijke variaties, of deze nu gemakkelijk of moeilijk opmerikbaar zijn, zouden kunnen volharden“. Omdat slechts een klein gedeelte van de organismen van elke generatie overleeft, paste Darwin dit feit ook toe op een individu met een positieve variatie door te zeggen, “De statistieken zouden sterk in het nadeel van zijn overleving werken.“ Maar veronderstel dat zo’n organisme daadwerkelijk zou overleven, en dat de helft van zijn nakomelingen de variatie zou erven. Darwin toonde aan dat de kans op overleving voor elke afzonderlijke nakomeling dan zeer klein zou zijn en “deze kans zou in de daaropvolgende generaties blijven afnemen. Ik denk dat de billijkheid van deze opmerkingen niet kan worden betwist.”

Dit was natuurlijk een serieuze klap voor de evolutietheorie. In een poging om hier omheen te werken, stelde Darwin vervolgens zijn vertrouwen in het idee dat deze onwaarschijnlijkheid misschien overwonnen zou kunnen worden als een bepaalde variatie in *grote aantallen* in een populatie zou voorkomen. Met betrekking tot de instandhouding van zo’n variatie, veronderstelde hij, “Afgaand op wat we zien wat er plaatsvindt bij de domesticatie van dieren... zou dit resultaat volgen uit het over vele generaties bewaard blijven van een groot aantal individuen“²⁷ met de variatie in kwestie. Maar we kunnen opmerken dat tamme dieren zich in dit opzicht in een volledig andere situatie bevinden, en een *groot* percentage van elke generatie zou overleven. Dit maakt de vergelijking ongeldig.

Hoewel dappere pogingen, die sindsdien door evolutionisten zijn gedaan, weliswaar gedeeltelijk succesvol zijn geweest om dit probleem waarop Darwin de aandacht vestigde te verkleinen, blijft het toch een zeer werkelijk probleem.

Het voornaamste idee van de evolutietheorie werd in zijn boek voorgesteld als een geleidelijk, stap-voor-stap proces. Kleine variaties zouden door natuurlijke selectie gepreserveerd worden, om te worden gevolgd, misschien na lange tijdsintervallen, door verdere variaties in dezelfde richting. Darwin gaf toe dat zijn idee “een aanname“ was. “Maar of het waar is,” zo ging hij verder, “kunnen we alleen beoordelen door te zien hoe ver de hypothese overeenstemt met en een verklaring geeft voor de algemene fenomenen in de natuur.”²⁸ Het bewijs dat zich sindsdien heeft opgestapeld heeft veel meer de neiging om die aanname te betwisten dan om deze te verifiëren. Desondanks hebben veel van de tegenwoordige Darwin-volgelingen compleet het zicht verloren op het feit dat het altijd slechts een aanname is geweest.

De misdaad van dit tijdperk

Het is tijd om alle lof terug te nemen van natuurlijke selectie en aan de God van de Creatie geven. Het van God afnemen van de eer hiervoor is de misdaad van dit tijdperk. Je kunt je afvragen of er wel een betere toepassing bestaat voor het volgende geschrift:

“Want hoewel ze God kennen, hebben ze hem niet de eer en dank gebracht die hem toekomen. Hun overpeinzingen zijn volkomen zinloos en hun onverstandig hart is verduisterd. Terwijl ze beweren wijs te zijn, zijn ze dwaas en hebben ze de majesteit van de onvergankelijke God ingewisseld voor beelden van vergankelijke mensen...” (Romeinen 1:21-23 NVB).

Veel wetenschappers die anderszins goede burgers zijn kunnen dit onbewust gedaan hebben. Het bevaren van zo’n koers is tragisch voor henzelf maar ook voor degenen die ze onderwijzen.

Hoe veel logischer is het voor hen die op onderzoek uitgaan en de mirakels zien die in alle levende dingen zijn ingebouwd, zodat we in plaats hiervan in bewondering naar Hem opkijken, over wie grote menigten in de hemel zingen, “Groot en wonderbaarlijk zijn uw werken, Heer, onze God, Almachtige, rechtvaardig en betrouwbaar is uw bestuur, vorst van de volken. Wie zou u, Heer, niet vereren, uw naam niet prijzen?“ (Openbaring 15:3-4, NVB).

¹ David I. Blumenstock, *The Ocean of Air* (New Brunswick, N.I.: Rutgers University Press, 1959), p. vii van het voorwoord.

² Francis H. C. Crick, “The Language of Life,” *1969 Yearbook of Science and the Future* (Britannica), p. 139.

³ George F. Howe en P. William Davis, “Natural Selection Reexamined,” *Creation Research Society Quarterly*, Vol. 8 (Juni, 1971), p. 43.

⁴ André de Cayeux, *Three Billion Years of Life* (New York: Stein and Day, 1969) p. 198. Voor het eerst in 1964 in Frankrijk gepubliceerd.

⁵ George G. Simpson en William S. Beck, *Life: An Introduction to Biology*, Shorter Edition (New York: Harcourt, Brace & World, 1969), p. 143.

⁶ de Cayeux, *Three Billion Years*, p. 200.

⁷ John C. Kendrew, *The Thread of Life* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1966), pp. 106, 107.

⁸ Meer dan zesenvestig keer drie miljard jaar. Dit werd berekend uit de getallen die in hoofdstuk 2 waren verkregen.

⁹ Simpson en Beck, *Life*, p. 132.

¹⁰ Thomas H. Jukes, *Molecules and Evolution* (New York: Columbia University Press, 1966), voorwoord.

Zo'n omgekeerde mutaties zijn in laboratoriumwerk met bacteriën heel gewoon. (Roger Y. Stanier, Michael Doudoroff, en Edward A. Adelberg, *The Microbial World*, 3rd ed. [Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1970], pp. 471, 472). Dit komt zonder twijfel voort uit hun zeer snelle vermenigvuldigingssnelheid.

Deze auteurs noemen ook de waarschijnlijkheid dat veel “goede” mutaties, die in experimenten met bacteriën voorkomen, de dragers hiervan toch ongeschikt kunnen maken voor overleving in de natuur: “Door zich aan te passen aan het bestaan in media in laboratoria, kunnen organismen genetische modificaties ondergaan die in een competitieve omgeving tot hun versnelde ondergang zouden leiden” (p. 478).

Om dit principe beter te kunnen begrijpen, kun je je deze extreme maar vergelijkbare situatie voorstellen: een mens die door een mutatie immuun is voor voetschimmel (wat goed is) omdat hij geen voeten heeft (wat slechts is voor het hele organisme behalve in de meest kunstmatige situaties). Een werkelijk bestaande goede/slechte mutatie maakt de drager immuun voor sommige vormen van malaria maar maakt ze vatbaarder voor sikkcel-bloedarmoede.

¹¹ Irving Adler, *Probability and Statistics for Everyman* (New York: John Day Co., 1963), p. 239.

¹² Bolton Davidheiser, *Evolution and Christian Faith* (Nutley, N.J.: Presbyterian and Reformed Publishing Co., 1969), p. 212.

¹³ David Lack, “Darwin’s Finches,” *Scientific American*, Vol.188 (April, 1953), p.67.

¹⁴ Eldon J. Gardner, *Principles of Genetics* (New York: John Wiley & Sons, Inc., 1972), p. 358.

Aanpassing van dieren van dezelfde soort aan verschillende omgevingen is welbekend. Soorten die in warme klimaten kort haar hebben kunnen langer haar hebben wanneer deze in koude klimaten worden aangetroffen.

Een Noord-Amerikaanse hazensoort (‘snowshoe rabbit’ of ‘varying hare’ genoemd) verandert van kleur van winter naar zomer. Een plan van een Schepper zou zonder twijfel in een methode voor zulke veranderingen binnen een soort voorzien. Dit zou wellicht een verband kunnen hebben met omgevingsfactoren die de juiste genen tot actie aanzetten, en het benodigde resultaat opleveren door deze aan te zetten. We kunnen speculeren dat dit mogelijkwerijs ook gedaan zou kunnen worden door veranderingen in het dieet, of zelfs misschien door grote aanpassingen in gedrag. Zo'n veranderingen zouden slechts gebruik maken van reeds bestaande genen die zich in een sluimertoestand bevonden, of ‘uit stonden’, tot deze werden aangezet tot produktie. Mechanismen voor zo'n stimulans van ‘slapende’ genen zijn op het cellulair niveau bekend.

Hoewel deze niet noodzakelijkerwijs bedoeld zijn om tot dergelijke conclusies te leiden, zouden de volgende uitspraken van Professor Gardner een basis kunnen geven voor de voorgaande hypothese om het aanpassingsvermogen te verklaren:

“We weten dat omgevingsfactoren op elk punt van het ontwikkelingsproces nauw verwoven zijn met erfelijkheidsmechanismen” (idem, p. 357). Maar kwantitatieve eigenschappen worden door zowel de omgeving als erfelijkheid beïnvloedt (p. 367). “De erfelijkheid van kwantitatieve eigenschappen hangt af van de cumulatieve of additieve actie van verscheidene of vele genen, waarvan elke een klein aandeel van het totale effect produceert. Dit staat in schril contrast met de erfelijkheid van kwalitatieve eigenschappen, die een ‘alles-of-één’ fenomeen is dat of van één gen afhangt of van een klein aantal genen met een onderlinge wisselwerking. Een belangrijke overweging in de erfelijkheidsstudies van kwantitatieve eigenschappen is dat de omgevingsfactoren ook een effect hebben op de eindprodukten zoals hoogte, gewicht en kleurintensiteit” (p. 119). Dit zou variaties in de snavels van Darwin’s vinken kunnen verklaren.

¹⁵ Fred John Meldau, *Why We Believe in Creation, Not in Evolution* (Denver: Christian Victory Publishing Co., 1959), p. 19.

¹⁶ Björn Sigurbjörnsson, “Induced Mutations in Plants,” *Scientific American* (Januari, 1971), p. 87.

Maar men zou kunnen vermoeden dat vele veranderingen per ongeluk aan mutaties zijn toegeschreven terwijl deze helemaal niet genetisch van aard waren. Auteurs van een studie over variatie in de Hawaïaanse hagedis namen in 1973 de volgende suggestie op in hun rapport: “Misschien is heterogeniteit in de omgeving een zeer belangrijke bron geweest van variatie in sommige morfologische karakteristieken.” (M. E. Soule, et al., “Island Lizards: the Genetic-Phenetic Variation Correlation,” *Nature*, Vol. 242 [Maart 16, 1973], pp. 191-193.) Consequent met de hypothese die iets eerder in referentie 14 werd uitgelegd, kunnen sommige van deze uiterlijke variaties het resultaat zijn van het activeren van bestaande genen door stimuli uit de omgeving. Sommige mechanismen voor een dergelijke regulering zullen in hoofdstuk 9 worden beschreven.

¹⁷ *Encyclopaedia Britannica* (1967), zie “mutations.”

- ¹⁸ *Differentiële reproductie* wordt tegenwoordig benadrukt als de sleutelmethode waarop natuurlijke selectie te werk gaat. Organismen die overleven om grotere aantallen levensvatbare nakomelingen te produceren worden geselecteerd.
- ¹⁹ Richard Goldschmidt, *The Material Basis of Evolution* (Paterson, N.J.: Pageant Books, 1960), pp. 390,391. Voor het eerst gepubliceerd in 1940.
Goldschmidt deed enkele zwakke pogingen om voorbeelden aan te halen. Eén daarvan was de tekkel, de hond met korte poten, die vanwege die korte poten het hol van een das kan binnengaan! Maar de tekkel is door genetische technologie gefokt en zou zonder twijfel niet in het wild kunnen overleven.
- ²⁰ L. S. Davitashvili, in “Notes and Comments,” *Evolution*, Vol. 23 (September, 1969), p. 514.
- ²¹ A. I. Oparin, *Genesis and Evolutionary Development of Life* (New York: Academic Press, 1968), p. 130.
- ²² Als alle druppels deze katalytische zouten zouden bevatten, dan zouden ze allemaal hetzelfde zijn, en zou er geen selectie kunnen optreden. Als enkele, maar niet alle, druppels een dergelijk voordeel als een betere katalysator zouden hebben, dan zou er geen voortgaande vooruitgang kunnen zijn zonder een nauwkeurig duplicatie-proces. Elke “betere“ molecuule zou dan een doodlopende straat zijn. Als we zouden veronderstellen dat de druppels gelukkig genoeg zouden zijn om deze katalytische zouten te hebben en hierdoor een monopolie zouden hebben op de “voedsel“-voorraad, dan voorziet dit nog steeds niet in een intrinsieke verbetering, maar hangt dit volledig af van externe condities.
- ²³ John Keosian, *The Origin of Life* (New York: Reinhold Publishing Corp., 1964), p. 89.
- ²⁴ Theodosius Dobzhansky, *The Biology of Ultimate Concern* (New York: New American Library, 1967), p. 48. (Dobzhansky is een evolutionist, maar is zeer uitgesproken in zijn protest tegen het onzorgvuldige gebruik van de term “natuurlijke selectie” wanneer deze wordt toegepast op het tijdperk voordat het leven begon.)
- ²⁵ Michael Conrad en H. H. Pattee, “Evolution Experiments with an Artificial Ecosystem,” *Journal of Theoretical Biology* (September, 1970), pp. 405, 406 (deze schrijvers spraken zich in dit artikel niet uit over hun eigen filosofie met betrekking tot evolutie).
- ²⁶ Idem, p. 406.
- ²⁷ Charles Darwin, *The Origin of Species*, Mentor Edition (New York: New American Library, 1958); alle voorgaande citaten staan pp. 96, 97.
- ²⁸ Idem, p. 91.

Hoofdstuk 6 – Waarschijnlijkheid en de eerste proteïnes

*Zelfs de meest eenvoudige van alle stoffen [proteïnes] representeren extreem complexe samenstellingen, en bevatten vele duizenden koolstof-, waterstof-, zuurstof-, en stikstof-atomen die absoluut in bepaalde patronen zijn gerangschikt, specifiek voor elke afzonderlijke substantie. Voor iemand die de proteïne-structuur bestudeert zou de spontane vorming van zo'n atomaire formatie in de proteïne-molecule net zo onwaarschijnlijk lijken als het per ongeluk ontstaan van de tekst van Virgilius' "Aeneïs" uit een stapel rondgestrooide letters.*¹

– A. I. Oparin

DE LEZER ZAL ZICH wellicht de volgende vraag gesteld hebben: Als evolutie zo onwaarschijnlijk is, waarom zijn er dan zoveel wetenschappers en andere intelligente mensen die dit accepteren? Dit is uiteraard een centrale kwestie, en hoofdstuk 11 zal hieraan gewijd zijn.

Maar we zullen nu moeten opmerken dat zelfs de meest intelligente mensen er niet aan toe kunnen komen om hun intelligentie op sommige specifieke zaken te concentreren. Het is de gewoonte om veel conclusies die onder wetenschappers als “algemene kennis” worden beschouwd te accepteren zonder er vraagtekens bij te zetten. Niet iedereen heeft de tijd om in elk onderwerp te duiken. Het is zelfs voor een wetenschapper gemakkelijk om het zonder meer als een waarheid te beschouwen dat bepaalde principes of axioma's daadwerkelijk zijn bewezen.

Tegenwoordig is de conventionele houding onder wetenschappers om nooit vraagtekens te zetten bij de notie dat Darwin het voornaamste idee van de evolutietheorie daadwerkelijk heeft bewezen. Een openlijk communist als Oparin kan vrijelijk bekennen, zoals in bovenstaand citaat, dat het zinloos is om van het toeval te verwachten dat dit alles met zo'n mate van ordelijkheid in elkaar zou kunnen zetten. In plaats daarvan wendt hij zich tot zijn filosofie van het dialectisch materialisme.

“Rationeel gezien,” schrijft Oparin, “kan het leven materialistisch alleen begrepen worden als een speciale vorm van de beweging van materie, die op een bepaald moment in de ontwikkeling van materie op een normale manier ontstaat.”²

Voor de niet-communistische materialist creëert dit een groot probleem. Veel evolutionisten hebben Oparin's stappenplan voor de evolutie van leven uit niet-levende chemicaliën zorgvuldig gevolgd. Maar zij zien geen reden om zijn communistische filosofie te accepteren. Zoals zal blijken, bevindt men zich op deze manier in een ontoelaatbare positie. De gebruikelijke procedure lijkt te bestaan uit het hopen dat niemand deze preciaire situatie zal opmerken, om vervolgens monter langs het probleem heen te glippen.

Het probleem bestaat er uit dat er behalve het toeval geen andere mogelijkheid is om het hele karwei van het scheppen van leven uit niet-leven te klaren. Om de gedachte aan een intelligente Schepper ook maar in beschouwing te nemen, is volledig uit den boze, “een idee dat natuurlijk al lang geleden de lucht in is geblazen”. Zoals we in het vorige hoofdstuk hebben gezien, zou natuurlijke selectie geen mogelijkheid hebben om in die fase uitkomst te bieden vanwege het ontbreken van een nauwkeurig duplicatieproces.

Verkeerde ideeën over waarschijnlijkheid

De waarschijnlijkheidstheorie gaat niet over absolute waarden. Zij zegt nooit dat iets “onmogelijk” is, tenzij het gaat om iets dat zich volledig buiten het domein van onderwerpen bevindt waarin onzekerheid een rol speelt. Charles-Eugène Guye, die een gerespecteerd Professor in de Natuurkunde was aan de Universiteit van Genève, definiëerde deze waarheid als volgt (hierbij het woord “evolutie” in de algemene zin van een proces van verandering gebruikend, in plaats van hoe wij het hebben gedefiniëerd):

*“De evolutie van een fenomeen heeft de neiging om volgens de grootste waarschijnlijkheid plaats te vinden, en het volgt hieruit dat fysisch-chemische wetten beschouwd kunnen worden als statistische wetten, dit is zeer nauwkeurig waar vanwege de wet van de grote getallen, maar zonder het karakter van absolute conclusies te bezitten dat gewoonlijk aan deze wetten wordt toegekend.”*³

Met dit in het achterhoofd nemen veel wetenschappers met gemak aan dat er verwacht kan worden dat een bepaalde gebeurtenis vroeger of later zal optreden, omdat deze *theoretisch* niet onmogelijk is.⁴

Wetenschappers zijn mensen en zijn niet immuun voor sommige misvattingen. Eén van zo'n verkeerde noties is dat zelfs een extreem onwaarschijnlijke gebeurtenis met zekerheid zal optreden als je een paar honderd miljoen jaar hebt om hierop te wachten. Een Harvard professor schreef in 1954 een wijd gepubliceerd artikel dat voorstelde dat het leven door toeval ontstond: "Het wordt in toenemende mate waarschijnlijker", zo zei hij, "met het toenemen van het aantal pogingen. Uiteindelijk zal de gebeurtenis haast onvermijdelijk worden."⁵

Maar is dat zo? Als je waarschijnlijkheidsredeneringen toepast, dan kun je er wellicht aan twijfelen of zelfs deze zeer bekende wetenschapper er wel goed over na had gedacht voordat hij deze uitspraak deed. Honderden andere biologen die dit artikel lazen namen gewoon aan dat iemand dit daadwerkelijk gecontroleerd had, zonder hier verder vraagtekens bij te zetten. Maar als iemand daadwerkelijk de moeite neemt om dit te doen, dan wordt het al snel duidelijk dat er geen basis is voor een dergelijke conclusie, zelfs al was de schrijver misschien wel zeer oprecht.

Op deze manier worden "mythen" verspreid en worden zij bijna universeel geaccepteerd. Het is gewoonlijk niet eens de schuld van een bepaald persoon in het bijzonder. In zekere zin lijkt het op de treinramp die door de ballade van Casey Jones, een treinmachinist, onsterfelijk werd gemaakt: er stonden al zoveel vrachttreinen op een bepaald rangeerspoor dat verscheidene wagons van de laatste vrachttrein op dit zijspoor er niet meer bij pasten en deze dus op het hoofdspoor bleven staan, in het pad van de aanstormende sneltrein die door Casey werd bestuurd. De machinist van elk van deze vrachttreinen nam aan dat iemand anders naar het begin van het zijspoor was teruggegaan om de passagierstrein te laten weten dat deze moest stoppen.

In de kwestie die we hier beschouwen, nemen veel wetenschappers of andere hoog-opgeleide personen aan dat er toch wel zeker iemand geweest moet zijn die deze algemeen geaccepteerde wetenschappelijke dogma's zorgvuldig heeft onderzocht. Met de informatie die we hier nu beschikbaar hebben, zul je het mogelijk vinden om voor jezelf na te gaan wat de waarschijnlijkheid is van bepaalde populaire conclusies.

Enkele proteïnes beschreven

We zijn nu op het opwindende punt aanbeland waar we de kanswetten op deze belangrijke vraag kunnen toepassen: wat is de kans dat een proteïne-molecule zich door toeval zou kunnen hebben gerangschikt?

Al het ons bekende leven op aarde bestaat grotendeels uit deze gigantische moleculen. "De chemische basis voor alle leven", zo zegt de *Encyclopaedia Britannica*, "bestaat uit proteïne in een waterig medium."

Het ontrafelen van de geheimen van de compositie van een entiteit als een proteïne-molecule was geen eenvoudige onderneming. Zorgvuldig en geduldig werden deze jarenlang door biologen bestudeerd. Eén van de eerste moleculen die in kaart werden gebracht was insuline, de kleinste molecule die als een proteïne kan worden aangemerkt. Deze heeft éénenvijftig aminozuur "verbindingen", in twee ketens – één met éénentwintig en de ander met dertig aminozuren. De twee ketens worden verbonden door "zwavelbruggen".

Een methode werd ontdekt waarmee een röntgenstraal door een gekristalliseerde proteïne-molecule heen kon worden geprojecteerd. De individuele atomen van de molecule verspreidden de straal terwijl deze zich door de molecule heen verplaatste. Het was mogelijk om uit het patroon van de breking of afbuiging van het licht de positie van de verschillende atomen af te leiden.

John C. Kendrew voltooide in 1959 het in kaart brengen van de myoglobine molecule. Later, in 1967, slaagden Max Perutz en anderen in Cambridge er in om de structuur van de hemoglobine-molecule op te lossen, de belangrijkste proteïne in bloed. Deze is groter dan myoglobine en bestaat uit vier ketens die aaneengeschakeld en in een complex patroon gevouwen zijn. In totaal heeft hemoglobine 574 aminozuur-verbindingen. De molecule heeft 10,000 atomen!⁶

Hemoglobine is maar één van de talloze soorten proteïnes. De lengte van de gemiddelde proteïne in het kleinste levende wezen bestaat op zijn minst uit 400 aminozuur-verbindingen, die meer dan 7,000 atomen bevatten.

De proteïne-verbindingen moeten in de juiste volgorde zijn

De meeste proteïnes bevatten alle van de gebruikelijke twintig soorten aminozuren. Elke proteïne heeft een specifieke exacte volgorde van deze eenheden.⁷ John C. Kendrew schreef dit over de hemoglobine molecule:

“Dus, praktisch iedereen die dit boek leest heeft precies hetzelfde soort hemoglobine-moleculen in zijn of haar bloed, identiek tot op het laatste aminozuur en het laatste atoom. Iedereen die een andere hemoglobine zou hebben zou ofwel zeer ziek ofwel dood zijn, omdat alleen de meest minieme veranderingen door het organisme kunnen worden getolereerd.”⁸

Het onderzoek met betrekking tot de vraag of variatie wel of niet kan worden getolereerd gaat verder. Ik deed daarom telefonisch navraag bij Dr. Kendrew (November, 1971) naar zijn kennis over deze kwestie op dat moment. Hij gaf aan dat het plaatje er ongeveer hetzelfde uitziet als in bovenstaand citaat, hoewel het nu bekend is dat nu en dan een variatie kan bestaan die de gezondheid niet lijkt aan te tasten. Hij merkte op dat de meeste van dergelijke veranderingen nooit ontdekt zouden kunnen worden, maar zij komen waarschijnlijk niet vaak voor. Hoe precies een volgorde nou echt moet zijn zodat deze effectief als een proteïne kan werken is natuurlijk de cruciale vraag. Zelfs het meest eenvoudige theoretisch levende systeem vereist een zekere mate van precisie en delicate regulering van timing en hoeveelheden van zijn proteïne-moleculen. Omdat deze allemaal als een team moeten samenwerken, stemt een kleine variatie overeen met de mate van organisatie die aanwezig moet zijn.

Dit brengt een serieus probleem met zich mee voor hen die de oorsprong van het leven zonder planning moeten uitleggen, maar dappere pogingen worden nog steeds ondernomen. Bijlage 4 zal enkele van de interessante ideeën bekijken die recentelijk naar voren zijn gebracht in pogingen om moleculaire evolutie mogelijk te maken.

Het zal duidelijk worden uit berekeningen die later in dit hoofdstuk en in hoofdstuk 10 worden uitgevoerd dat *zelfs als er vrije substitutie zou worden toegestaan op de meeste locaties* in een keten van aminozuren of DNA, dat zelfs dan de kans astronomisch klein is dat willekeurig productie van een verzameling van bruikbare proteïnes voor minimaal leven mogelijk is.

FIGUUR 3: De twintig aminozuren gebruikt in proteïnes met hun afkortingen en atomen (in alfabetische volgorde)

Alanine	Ala	C ₃ H ₇ NO ₂	Leucine	Leu	C ₆ H ₁₃ NO ₂
Arginine	Arg	C ₆ H ₁₄ N ₄ O ₂	Lysine	Lys	C ₆ H ₁₄ N ₂ O ₂
Asparagine	Asn	C ₄ H ₈ N ₂ O ₃	Methionine	Met	C ₅ H ₁₁ SNO ₂
Aspartisch Zuur	Asp	C ₄ H ₇ NO ₄	Fenylalanine	Phe	C ₉ H ₁₁ NO ₂
Cysteine	Cys	C ₃ H ₇ SNO ₂	Proline	Pro	C ₅ H ₉ NO ₂
Glutamisch Zuur	Glu	C ₅ H ₉ NO ₄	Serine	Ser	C ₃ H ₇ NO ₃
Glutamine	Gln	C ₅ H ₁₀ N ₂ O ₃	Threonine	Thr	C ₄ H ₉ NO ₃
Glycine	Gly	C ₂ H ₅ NO ₂	Tryptofan	Trp	C ₁₁ H ₁₂ N ₂ O ₂
Histidine	His	C ₆ H ₉ N ₃ O ₂	Tyrosine	Tyr	C ₉ H ₁₁ NO ₃
Isoleucine	Ile	C ₆ H ₁₃ NO ₂	Valine	Val	C ₅ H ₁₁ NO ₂

Alternatieve afkortingen voor sommige aminozuren zijn:

Asparagine	Asp-NH ₂	Isoleucine	Ileu
Glutamine	Glu-NH ₂	Tryptofan	Try

De atomen, die in volgorde van hun atomair symbool worden genoemd zijn: koolstof, waterstof, zwavel, stikstof, en zuurstof. Het onderschrift geeft aan hoeveel atomen van het element er in voorkomen. (Het atomaire symbool voor deze atomen is slechts de beginletter.) Leucine en Isoleucine hebben hetzelfde aantal atomen van elke soort, maar zijn verschillend wat de ruimtelijke rangschikking van de atomen betreft.

We kunnen gebaseerd op de huidige experimentele kennis aannemen dat veel locaties in een proteïne-keten substitutie zouden toestaan. Maar het lijkt waarschijnlijk dat slechts één zo'n substitutie in een hele keten zou worden getolereerd.⁹ Bovendien zou het kunnen zijn dat elke substitutie gelijksoortig moet zijn aan de molecule die erdoor vervangen wordt.¹⁰ Er kan absoluut geen substitutie plaatsvinden in posities in de keten die de plaats bevatten die bekend staat als de “actieve locatie”. Van elke substitutie waar dan ook kan verwacht worden dat deze schadelijk is, zonet dodelijk. Alle twintig aminozuren zijn vermeld in Figuur 3.

Het doel zal hier zijn om de waarschijnlijkheid te bepalen dat aminozuren zich door toeval in de juiste volgorde zouden kunnen bevinden als natuurlijke krachten in staat zouden zijn om ze te rangschikken. Als de resulterende keten een *bruikbare proteïne-molecule* is, welke dan ook, dan zal dit als een succesvol resultaat worden beschouwd. Ook zal de kans bepaald worden dat de aminozuren correct gerangschikt zouden kunnen zijn in een *groep van 239 proteïnes*, het aantal dat volgens Morowitz vereist is voor de minimale levende entiteit.¹¹

We zullen zoveel mogelijk proberen om niet te technisch te worden, zodat een lezer die geen bioloog is de berekeningen ook kan volgen en voor zichzelf kan ontdekken dat de uitkomst betrouwbaar is. Dat is een belangrijke factor in het bereiken van zekerheid. Zelfs als iemand de berekeningen zelf oninteressant of moeilijk vindt, dan is het nog steeds nuttig voor zijn progressie op weg naar zekerheid om te weten dat het bewijs er is, in het geval hij er ooit dieper in wil duiken. Het volgende hoofdstuk zal gemakkelijker te lezen zijn.

De kans op een enkele insuline-molecule

Voordat we de berekening maken voor proteïnes van gemiddelde grootte, kunnen we eerst om te oefenen even de kans berekenen op de toevallige rangschikking van de aminozuur-eenheden voor insuline, omdat insuline gewoonlijk beschouwd wordt als de kleinste proteïne, met 51 aminozuren. Maar zelfs insuline, zo blijkt, is niet zo eenvoudig als op het eerste gezicht het geval lijkt te zijn.

De insuline-molecule bestaat uit twee strengen die op een precieze manier door zwavelbruggen met elkaar verbonden moeten worden. Om dit voor elkaar te krijgen, moet de cel eerst een langere keten van meer dan 80 aminozuren bouwen die *pro-insuline* wordt genoemd. Deze varieert in verschillende dieren in lengte van ongeveer 81 tot 86. We zullen een insuline-molecule beschouwen met een lengte van 84 aminozuren (een voorbeeld hiervan is een varken). Deze uitgestrekte reeks van 84 eenheden zorgt ervoor dat de keten zich opvouwt en zich kruiselings correct verbindt, waarna een bepaalde sectie van 33 eenheden er door speciale enzymen uit wordt gesneden, en op deze manier blijven de uiteindelijke 51 aminozuren over, die op de correcte manier in twee ketens zijn georiënteerd met onderlinge kruiselingsse verbindingen.

Het toeval moet dus 84 aminozuren in de correcte volgorde rangschikken om proinsuline te vormen, die een *voorloper* is van de insuline.

Omdat elk van de 84 posities in de keten bezet moet worden door één van de 20 aminozuren, is het totale aantal mogelijke rangschikkingen 20^{84} , wat na conversie tot een macht van 10 ongeveer gelijk is 10^{109} . De verschillende rangschikkingen worden geacht even waarschijnlijk te zijn; de waarschijnlijkheid dat een molecule zich in de correcte volgorde voor insuline bevindt is dus 1 op 10^{109} . Als we één substitutie toestaan (die getolereerd wordt) dan maakt dit het wat gemakkelijker voor het toeval, en vergroot de kans tot ongeveer 1 op 10^{106} .¹²

Wanneer we teruggaan naar Dr. Eden's verklaring dat het totale aantal proteïnes dat ooit op de aarde heeft bestaan ongeveer 10^{52} zou kunnen zijn, als een zeer vrije schatting, dan geven we het toeval nog een flinke zet in de rug door aan te nemen dat alle 10^{52} verschillend zijn en allemaal de juiste lengte voor insuline hebben. We kunnen dan nu de waarschijnlijkheid berekenen dat één van deze (om het even welke) zich door toeval in de juiste volgorde voor insuline zou bevinden.

Émile Borel, een Frans wiskundige, zegt over de regel voor zulke gevallen: "Als een gebeurtenis kan plaatsvinden op meerdere verschillende manieren die elkaar uitsluiten, dan is de waarschijnlijkheid daarvan gelijk aan de som van de waarschijnlijkheden die overeenkomen met de verschillende alternatieven."¹³ Elk van deze 10^{52} is een andere manier die de gebeurtenis *zou kunnen* vervullen dat een keten in de juiste volgorde voor insuline wordt gevormd. Daarom is de som van de verschillende manieren 10^{52} . De waarschijnlijkheid dat elke van alle moleculen die ooit op aarde bestaan hebben insuline zou zijn is daarom $10^{52} / 10^{106}$. Om de breuk te vereenvoudigen vinden we, door te delen, dat de kans 1 op 10^{54} is.

Dus, de kans is één op een miljoen triljoen triljoen triljoen dat van alle proteïne-moleculen die ooit op de aarde hebben bestaan er één door toeval de juiste volgorde voor een insuline-molecule zou hebben!

(Het bijstellen van dit getal voor de verschillende soorten insuline zou weinig effect hebben op een getal van deze grootte).

Bruikbare proteïnes en nonsense-ketens van aminozuren

In deze test wordt aangenomen dat het toeval op de proppen kan komen met *welke bruikbare proteïne dan ook*. Hoeveel van het totale aantal mogelijke rangschikkingen kunnen beschouwd worden als bruikbare proteïnes? Er is zeer duidelijk geen manier mogelijk waarop iemand dit met zekerheid zou kunnen zeggen.

Een manier om een voorlopig idee hiervan te krijgen is om door een vergelijking te maken met andere systemen die een aantal onderdelen hebben die alleen in bepaalde volgordes kunnen werken. De beste analogie is ons alfabet met zijn 26 letters. Door deze in verschillende volgordes te plaatsen, kunnen we een massa berichten schrijven.

Maar, tenzij deze zich in een *betekenisvolle volgorde* bevinden, zijn de letters slechts nonsense. Welk percentage van de mogelijke volgordes van de letters van het alfabet zijn betekenisvol?

Om die vraag te beantwoorden werd een experiment uitgevoerd aan het Center for Probability Research in Biology. Dertigduizend letters werden willekeurig getrokken, waarna alle betekenisvolle volgordes werden opgeschreven – woorden, zinsnedes of berichten die voor de gemiddelde Amerikaan een betekenis zouden inhouden. De resultaten zijn hieronder weergegeven.

FIGUUR 4: Betekenisvolle volgordes in 30,000 random letters

Betekenisvolle volgordes met een lengte van 7 letters	.....	1
Betekenisvolle volgordes met een lengte van 6 letters	.....	3
Betekenisvolle volgordes met een lengte van 5 letters	.....	17
Betekenisvolle volgordes met een lengte van 4 letters	.....	139
Betekenisvolle volgordes met een lengte van 3 letters	.....	1,113
Betekenisvolle volgordes met een lengte van 2 letters	.....	4,890

Toen 30,000 letters willekeurig werden getrokken, bevatte de langste betekenisvolle volgorde slechts 7 letters. De letters ABC kwamen in het hele experiment slechts één keer in deze volgorde voor. AB kwam 41 keer voor.

Het is zeer duidelijk dat toevallige rangschikkingen overheersend nonsense-rangschikkingen zijn. Zelfs voor vele volgordes waarvan gezegd zou kunnen worden dat deze betekenisvol zijn, moet enig voorstellingsvermogen gebruikt worden. De zes-letter volgordes waren bijvoorbeeld: RUINPA, WEETED, en AGMCAP.

Een hypothese waarmee gewerkt zal kunnen worden werd afgeleid uit dit experiment, en deze stelt dat er gemiddeld gezien een kans tussen 1/4 en 1/5 bestaat om een betekenisvolle volgorde te verkrijgen wanneer een letter aan een bepaalde lengte wordt toegevoegd. De waarschijnlijkheid dat er een 400-letter volgorde wordt verkregen die betekenisvol zou zijn, zou dan tussen 1 op 4^{400} en 1 op 5^{400} zijn (als je verschillende talen in beschouwing neemt die hetzelfde alfabet gebruiken, dan zouden niet veel van die talen mogelijk zijn zonder de waarde van de letters te veranderen, zodat het de berekeningen niet meer dan een paar orden van grootte zouden beïnvloeden. Misschien zou maar één taal in beschouwing moeten worden genomen omdat de informatie-waarde voor de diverse letters anders is in verschillende talen, en aminozuren hoeven alleen maar in de “proteïne-taal” betekenis te hebben).

Laten we aannemen, bij gebrek aan een andere manier om de verhouding van betekenisvolle aminozuurvolgordes te bepalen, dat een gelijksoortige waarschijnlijkheid bestaat als in het geval van het alfabet. Maar we zullen het getal van 1 op 4^{400} aanhouden, omdat er minder aminozuren bestaan dan letters van het alfabet, namelijk slechts 20.

Gebaseerd op deze aanname is de kans om voor een aminozuur-keten met een lengte van 400 een bruikbare proteïne te verkrijgen gelijk aan 1 op 4^{400} , wat gelijk is aan 1 op 10^{240} .

Er bestaat natuurlijk een onzekerheidsfactor in het gebruik van deze formule die alleen maar op de analogie met het alfabet is gebaseerd. Maar er bestaan veel overeenkomsten tussen het alfabet en de twintig aminozuren. Sommige letters “reageren” gemakkelijker dan andere, net als aminozuren, en anderen worden slechts zelden gebruikt. Deze onzekerheid heeft alleen invloed op de eerste fase van onze studie, namelijk het produceren van de eerste proteïne-molecule door toeval.

Er moeten op zijn minst 239 passende proteïne-moleculen in een verzameling bestaan om in het minimale aantal te voorzien dat benodigd is voor de kleinste theoretisch mogelijke levende entiteit. De alfabet-formule zou niet betrokken zijn bij de tweede en alle volgende proteïne-moleculen en de onzekerheidsfactor wordt daarmee dus geëlimineerd.¹⁴

*Toezeggingen doen om het voor het toeval wat gemakkelijker te maken*¹⁵

Het is al duidelijk geworden dat het toeval achterlijk is als het op het produceren van een geordend resultaat aankomt. Er zal duidelijk totaal geen hoop zijn dat een proteïne zich door toeval kan rangschikken tenzij hieraan enkele extreme voordelen worden toegestaan.

Twee benaderingen zullen worden gebruikt. Eerst zullen we, voor het moment, enkele extreem behulpzame toezeggingen doen om het toeval te assisteren in het rangschikken van een proteïne van gemiddelde lengte, en om een minimale verzameling van zo'n proteïnes te verkrijgen voor het theoretisch kleinste levende ding. Daarna zullen we de waarschijnlijkheid bekijken van veel eenvoudiger proteïne-ketens die het resultaat zijn van zo'n willekeurige rangschikking. In dit laatste geval zullen de toezeggingen wat gereduceerd worden, maar toch zullen aan het toeval nog talrijke voordelen worden gegeven die niet feitelijk zouden hebben bestaan ten tijde van de veronderstelde evolutie van het eerste levende ding.

Het kan snel ingezien worden dat de meeste van de volgende veertien toezeggingen niet echt waar kunnen zijn geweest, maar zelfs met al deze aangereikte hulp zal het voor het toeval nog steeds een flinke taak zijn. Als het toeval faalt onder zulke extreme condities, dan zou dit duidelijk aangeven dat het wellicht onredelijk is om hier volledig op te vertrouwen in de zoektocht naar de oorsprong van het leven. Hier zijn de veertien aannames die voor dit doel gemaakt zijn. Enkele zijn extreem, anderen zijn dat niet.

1. Veronderstel *dat de primitieve atmosfeer er uitzag zoals de evolutionisten beweren.*
2. Veronderstel dat *alle van de twintig aminozuren zich natuurlijk vormden*, en wel in de juiste verhoudingen, door de inwerking van ultravioletstralen, bliksem, en hitte.
3. Neem aan *dat de aminozuren al alleen in de linksdraaiende configuratie waren gevormd.*
4. Beschouw, in de berekeningen die volgen, *dat een gemiddelde proteïne-molecule 400 eenheden lang is*,¹⁶ wat korter is dan de gemiddelde lengte van 445 die eerder uit Morowitz' data werd berekend voor de kleinste theoretische cel.
5. Postuleer *dat alle atomen op de aarde gebruikt zijn om aminozuren te vormen.* Dat wil zeggen, alle koolstof-, stikstof-, zuurstof-, waterstof-, en zwavel-atomen in de lucht, het water, en de korst van de aarde, zijn gebruikt in aminozuren voor deze uiterste poging om proteïnes te verkrijgen door middel van willekeurige rangschikking.
6. Neem aan *dat alle aminozuren in verzamelingen zijn gegroepeerd.* Elke verzameling heeft één aminozuur van elk type beschikbaar op elke positie van de zich vormende keten. Deze groeperingen kunnen voorgesteld worden in de vorm van coacervaat-druppels zoals door Oparin werden beschreven, of op welke andere manier dan ook waarop deze bij elkaar zouden kunnen bevinden.
7. Laat de situatie zo zijn, *dat deze groeperingen op een of andere manier beschermd worden tegen het vernietigende effect van ultravioletstralen.* Het wordt algemeen erkend dat ultravioletstralen dodelijk zouden zijn voor het leven dat zich aan het vormen is, tenzij dit op een of andere manier beschermd zou worden. Deze stralen, in het bijzonder die met een golflengte dicht bij de 2600 Å, zijn "zeer giftig (geabsorbeerd door proteïnes en nucleïde-zuren)," ¹⁷ met als gevolg dodelijke chemische veranderingen.
8. Gun het toeval ook *dat aminozuren zich automatisch zouden verbinden*, zelfs al zou dat in tegenstrijd zijn met een "energie-gradiënt", en al zou het complexe systeem dat deze in alle ons bekende levende dingen met elkaar verbindt afwezig zijn.¹⁸
9. Neem aan *dat één substitutie in elke keten toelaatbaar is.* In deze toezegging zal het niet vereist worden dat de actieve locatie geen substitutie zou mogen hebben, en het zal als toelaatbaar worden beschouwd dat elk aminozuur elk ander aminozuur op elk punt kan vervangen (zie de bespreking van substitutie eerder in dit hoofdstuk). Als toekomstige ontdekkingen de toelaatbare grenzen van substitutie zouden vergroten, dan zouden de extreme toezeggingen die we doen, zoals in nummer tien hierbeneden, hiervoor genoeg speelruimte laten. In sommige gevallen zou een proteïne met substituties slechts gedeeltelijk functioneel kunnen zijn.
10. Neem aan *dat de snelheid van de ketenvorming fantastisch snel plaatsvindt*, zodat een complete keten slechts één-derde van een tien-miljoen-miljardste van een seconde vereist! Dit is ongeveer 150 duizend triljoen keer de normale snelheid in levende dingen, die op zichzelf al vrij rap is.¹⁹
11. Laten we voor elke verzameling van aminozuren aannemen *dat elke onbruikbare keten onmiddellijk wordt ontleedt en een andere wordt gemaakt* met dezelfde snelheid van ongeveer 30 miljoen miljard per seconde, wat per verzameling overeenkomt met een snelheid van een triljoen triljoen (10^{24}) per jaar.
12. Veronderstel dat niets anders zich met dit proces zal bemoeien, zodat het toeval een ideale mogelijkheid heeft,²⁰ en dat de actie gestopt zal worden zodra een bruikbare volgorde is verkregen, opdat deze gepreserveerd kan blijven (in het geval dat we dit proberen voor een verzameling van 239 proteïnes zou het natuurlijk, ongeacht de snelheid van de pogingen, noodzakelijk zijn om voor de 239 aaneengesloten

verzamelingen de juiste volgordes op hetzelfde moment te verkrijgen. Maar zelfs als er een manier zou zijn om in een lange tijdsperiode te voorzien waarin overlappingsen zouden kunnen voorkomen voor elke gevormde reeks, met zich opstapelende tijdsduren voor verschillende verzamelingen, dan zou het nog niet genoeg verschil uitmaken om het resultaat te beïnvloeden).

13. Neem verder aan *dat als er ooit 239 proteïnes in aaneengesloten verzamelingen worden verkregen, dat deze dan in staat zullen zijn om zich tot een groep proteïnes samen te voegen die gereed is om in een levend systeem samen te werken.*

14. Laten we voor het huidige doel aannemen *dat de leeftijd van de aarde vijf miljard jaar is, en dat de leeftijd van het universum vijftien miljard jaar is.* Vanuit een evolutionair standpunt zijn deze getallen tegenwoordig min of meer de standaard (zoals we zullen zien, neemt het bewijs toe voor een *veel* jongere aarde).

Met de hierboven opgenoemde toezeggingen zou er misschien gedacht kunnen worden dat het toeval gemakkelijk vele proteïne-ketens zou moeten kunnen vormen in de loop van de geschiedenis van de aarde. Maar het tegendeel is waar. De lezer zal erkennen dat veel van deze toezeggingen ofwel zeker onmogelijk zijn ofwel een zeer kleine waarschijnlijkheid hebben, om het zacht uit te drukken. Zij zijn slechts gedaan om het toeval een zo'n gunstige mogelijkheid te bieden, dat het doorslaggevend zou zijn als het toeval er dan nog niet in zou slagen om het gewenste resultaat te produceren.

Alle atomen op de aarde gebruiken om proteïnes door toeval te maken

In de lijst van toezeggingen werd het aangenomen dat alle van de bruikbare atomen op de aarde, in de lucht, het water, en de aardkorst, al tot aminozuren waren gemaakt en doelmatig in verzamelingen waren gerangschikt om het zo gemakkelijker te maken voor het toeval om met een bruikbare proteïne op de proppen te komen. Er kan geschat worden dat er dan ongeveer 10^{41} van zulke verzamelingen beschikbaar zouden zijn.²¹

Als elke van deze verzamelingen een totaal aantal van 10^{24} verschillende ketens per jaar maakt, zoals aangenomen in toezegging 11, dan resulteert dat in een totaal aantal geproduceerde ketens van $10^{24} \times 10^{41}$ per jaar op de hele aarde, wat gelijk is aan 10^{65} . Onder toezegging 14 zou het totale aantal ketens dat sinds het begin van de aarde gemaakt is dan 5×10^{74} zijn, wat we zullen afronden tot 10^{75} .

De kans op een gemiddelde proteïne door toeval sinds het begin van de aarde

We hebben zojuist gezien dat het toeval met de snelheid van het licht 10^{75} verschillende ketens met proteïne-keten lengte zou kunnen hebben maken gedurende de hele tijd waarin de aarde bestaan heeft. Wanneer we de formule van het alfabet gebruiken, dan kunnen we nu schatten hoeveel van deze als bruikbare proteïne-moleculen zouden kunnen worden beschouwd.²² Ten eerste zouden we één substitutie per keten moeten toestaan. Dit zou effectief betekenen dat we die $1/10^{240}$ formule veranderen in ongeveer $1/10^{236}$. Dan is de waarschijnlijkheid van een bruikbare proteïne-molecule in dit totaal van 10^{75} geproduceerde moleculen sinds het ontstaan van de wereld $10^{75} / 10^{236}$. Als we deze breuk vereenvoudigen, dan hebben we een waarschijnlijkheid van 1 op 10^{161} dat er gemiddeld gezien maar één bruikbaar zou zijn.

Daarom is de kans 1 op 10^{161} dat er maar één bruikbare proteïne door toeval geproduceerd zou kunnen zijn in de volledige geschiedenis van de aarde, gebruikmakend van alle geschikte atomen op de aarde, en met de ongelooflijke snelheid die we beschreven hebben. Dit is een getal met 161 nullen.

Het is goed om in herinnering te roepen dat zelfs als er een molecule zou zijn verkregen, dat dit dan helemaal nog niet zou helpen bij het rangschikken van de tweede proteïne-molecule tenzij er een nauwkeurig duplicatie-proces zou bestaan. En zelfs als zo'n proces zou bestaan, dan zijn er nog vele andere soorten proteïnes benodigd voordat er sprake kan zijn van een levend organisme.

In de minimale cel van Morowitz zaten er in de vereiste 239 proteïne-moleculen *op zijn minst 124 verschillende proteïne-soorten*.²³

Het verkrijgen van een verzameling proteïne-moleculen voor minimaal leven

Zojuist is berekend dat de kans op een enkele proteïne-molecule die door toeval zou zijn gerangschikt gelijk is aan 1 op 10^{161} , gebruikmakend van alle atomen op de aarde en met hiervoor alle tijd beschikbaar die sinds het begin van de wereld is verstreken. Wat is de waarschijnlijkheid van het verkrijgen van een volledige set van proteïnes voor de kleinste theoretische levende entiteit?

De tweede proteïne-molecule zal veel moeilijker zijn dan de eerste, omdat deze onderdeel zal moeten zijn van een aan elkaar passende verzameling. De proteïne-moleculen van een cel zijn zeer specifiek aangepast om als een team te kunnen samenwerken. We namen aan dat de eerste proteïne welke bruikbare proteïne dan ook zou kunnen zijn die waar dan ook een taak zou kunnen uitvoeren. Zodra die eerste gespecificeerd is, moet de rest van de verzameling hier exact op aansluiten. Het is net als het samenstellen van een auto uit een container met auto-onderdelen. Zodra het soort auto is bepaald door de eerste component die gebruikt werd, dan zullen vervolgens alle andere onderdelen deel uitmaken van diezelfde in elkaar passende groep. Niets anders op aarde zal passen, in de meeste gevallen, behalve het onderdeel dat speciaal voor dat doel gemaakt is.

Nadat de eerste proteïne-molecule door toeval is verkregen (als dat al ooit gebeurt), dan moeten de andere zeer specifiek zijn, op dezelfde manier als in het geval van de auto-onderdelen.

De tweede proteïne is moeilijker

De waarschijnlijkheid om de eerste proteïne-molecule te verkrijgen werd beïnvloedt door de formule die uit de analogie met het alfabet werd verkregen. Zoals we hebben gezien is het moeilijker om de tweede te verkrijgen, omdat deze preciezer moet zijn om aan de eerste te kunnen passen in plaats van zomaar een willekeurige proteïne te zijn.

Het totale mogelijke volgordes in een keten van 400 aminozuren van 20 soorten is 20^{400} (de formule is: het aantal soorten tot de macht van het aantal eenheden in de keten). Zoals hierboven gezegd, is 20^{400} hetzelfde als 10^{520} .

Als we de situatie beschouwen waarin de eerste reeds verkregen is, dan hebben we er nog 238 nodig. De tweede zou elke van die 238 kunnen zijn. De waarschijnlijkheid is daarom $238/10^{520}$. De derde zou elke van de 237 kunnen zijn die dan nog vereist zijn, dus zijn waarschijnlijkheid zou dan $237/10^{520}$. Wanneer we al deze kansen berekenen, en één substitutie per keten toestaan, dan vinden we een waarschijnlijkheid van 1 op 10^{122470} (Zie opmerking 24 beneden). Zelfs als bijna een triljard mogelijke volgordes in elke proteïne zouden kunnen werken, dan is de resulterende waarschijnlijkheid nog steeds maar 1 op 10^{119614} . (Zie opmerking 25 beneden.)

Dit getal stelt de tweede tot en met de 239^e proteïne-moleculen voor. Vermenigvuldigen we dit getal dan met de waarschijnlijkheid voor de eerste, wat $1/10^{236}$ was, dan vinden we het uiteindelijke getal voor de minimale verzameling die voor de eenvoudigste levende entiteit benodigd is, namelijk een kans van 1 op 10^{119850} .

Eerder hadden we het getal 10^{75} bepaald, dat het totale aantal ketens voorstelt dat sinds het ontstaan van de aarde werd gevormd. Om overlappende verzamelingen toe te staan, elk met een lengte van 239, zullen we datzelfde getal gebruiken om het totaal aantal gevormde proteïne-verzamelingen te representeren. Door het zojuist berekende grote getal hierdoor te delen, komen we er achter dat *de kans dat een minimum verzameling proteïnes in de hele geschiedenis van de aarde ontstond gelijk is aan 1 op 10^{119775}* . (Zie opmerking 26 beneden.)

Zelfs als zo'n verzameling zou kunnen worden verkregen, dan zouden we nog geen leven hebben. Het zou eenvoudigweg een hulpeloze groep niet-levende moleculen zijn, eenzaam in een steriele wereld, zich nergens om bekommerd en met niemand om zich erom te bekommeren, het einde van de rit. In hoofdstuk 10 zullen we zien dat zelfs als een ongelimiteerde substitutie wordt toegestaan op 9/10 van alle posities, dat dan de onwaarschijnlijkheid van een minimum verzameling proteïnes nog steeds buiten ons bevattingsvermogen ligt.

Geen voorstelbare kans op succes

De kans op zo'n geordende verzameling proteïnes voor de kleinste voorstelbare levende entiteit is dus hopeloos klein, buiten ons bevattingsvermogen. Het volgende hoofdstuk zal het gemakkelijker maken om de gigantische grootte van zelfs de kleinere getallen waarmee we te maken hebben te begrijpen.

In dit onderzoek was aan het toeval elke mogelijke toezegging gedaan. Het falen ervan was betreurenswaardig onbeschrijfbaar. En toch is het toeval de enige natuurlijke manier waarop de eerste proteïnes zouden kunnen worden gerangschikt. In alle zorgvuldige inspanningen van Oparin en zijn volgelingen om te proberen om leven uit niet-leven te verkrijgen, *is er geen echte manier gevonden om dit zonder het toeval klaar te spelen. In afwezigheid van een vorm van planning, is het de enige mogelijke bron van de volgorde*, ondanks de miljoenen woorden en de dappere pogingen die aan de gedane pogingen zijn besteed.

Er is op het moment geen echte reden om te geloven dat er ooit een levend ding heeft bestaan dat eenvoudiger is dan de *Mycoplasma hominis H39*, wat de kleinste bekende levende entiteit is.²⁷ Hoewel sommige virussen weliswaar kleiner zijn, kwalificeren zij niet als autonome zelf-reproducerende systemen. Een virus kan zichzelf niet dupliceren zonder de hulp van een gastheer-cel waarvan het de machinerie moet gebruiken om zijn proteïnes en nucleïde-zuren te vervaardigen. In plaats van een eerdere trede op de evolutionaire ladder, worden virussen nu door sommige wetenschappers verondersteld juist het tegenovergestelde daarvan te zijn, een degeneratie of terugval in plaats van een onderdeel van een vooruitgaande reeks. Zou het zo kunnen zijn dat deze nauw verbonden waren met de vloek die de Bijbel beschrijft en die ter aarde kwam als het resultaat van de zonden van de mens?

Zowel de *Mycoplasma hominis H39* als het theoretisch kleinste levende ding hebben proteïnes die gemiddeld tenminste 400 aminozuren van de 20 gebruikelijke variëteiten hebben.²⁸ Dr. Morowitz' uitstekende werk over de ondergrenzen voor grootte en complexiteit werd deels uitgevoerd voor de National Aeronautics and Space Administration. Het is duidelijk dat de reden was om ruimtereizen mogelijk te maken om mogelijke levensvormen te herkennen die eenvoudiger dan de onze of anders dan de onze zouden zijn. Er lijkt geen feitelijk wetenschappelijk bewijs te bestaan dat zou wijzen op een primitiever, eenvoudiger duplicatie-methode dan die in bestaande levende dingen wordt gebruikt.

Noch is er voldoende reden om te geloven dat er ooit een kleiner aantal aminozuurtypen in proteïnes werd gebruikt. Veel vitale functies vereisen proteïnes die alle twintig soorten bevatten. Zelfs virussen gebruiken alle twintig. Diezelfde twintig zijn onderdeel van de theoretisch minimale cel.

Het is veelbetekenend dat het Yale team dat dit onderwerp onderzoekt zijn getallen op zijn minst twee keer naar boven heeft bijgesteld. Terwijl het onderzoek vorderde, werd het duidelijk dat het minimaal levende ding meer onderdelen vereiste dan in eerste instantie werd gedacht. Beginnend met de 45 proteïnes, waarvan in 1967 werd geschat dat zij het kleinste minimum waren, is het vereiste aantal gestegen tot op zijn minst 124 verschillende proteïnesoorten. Het gemiddelde moleculaire gewicht per proteïne is ook licht naar boven bijgesteld.²⁹

Als woorden hier adequaat voor zijn, dan kunnen we stellen dat de situatie volkomen hopeloos lijkt voor een willekeurige verbinding in een bruikbare volgorde. Zelfs de hormonen die de moderne Lamarckistische theorie vereist vallen op eenzelfde manier buiten het bereik van redelijke waarschijnlijk, zoals we in het geval van insuline zagen. Sommige hormonen zijn complexe proteïnes die veel groter zijn dan insuline.

Een andere extreme concessie om het toeval te helpen, maar allemaal tevergeefs

Stel je nu eens voor dat er maar tien soorten aminozuren zijn, allemaal linksdraaiend. Stel je verder voor dat de gemiddelde proteïne maar twaalf eenheden per keten vereist,³⁰ en dat op tien van deze twaalf posities een substitutie wordt toegestaan. Laten we vooropstellen dat een levende cel slechts tien proteïnes vereist. We nemen ook een polymerisatie-snelheid aan van een keten per drie seconden, of 10,000,000 per jaar per verzameling. Laten we alle andere extreme toezeggingen die eerder opgesomd werden in stand houden (gebruik van alle atomen op aarde, automatisch verbinden, de initiële keten die als "bruikbaar" gezien kan worden volgens de formule die op pagina 61 ontwikkeld was, etcetera).

Zelfs met deze belachelijke aannamen is de waarschijnlijkheid dat één verzameling in de hele geschiedenis van de aarde zou worden geproduceerd slechts 1 op 10^{32} . De kans is dus 1 op 100 miljoen triljoen triljoen dat er maar één verzameling van deze eenvoudigste soort van "proteïnes" door toeval zou kunnen worden verkregen sinds het ontstaan van de aarde. Het toeval faalt dus opnieuw.

Deze sectie moet in verband met toekomstig onderzoek in het geheugen worden gehouden als er bijvoorbeeld ooit ontdekt zal worden dat meer substituties in proteïnes met een normale lengte toelaatbaar zijn. *De marge waarmee het toeval faalt is zo onmetelijk dat geen voorstelbare hoeveelheid nieuwe ontdekkingen op dit gebied de hoofdconclusie kunnen veranderen* dat gecompliceerde, werkende systemen niet door toeval kunnen ontstaan. Om zekerheid te krijgen en te houden, zul je dit sleutelprincipe moeten onthouden en toepassen wanneer nieuwe uitdagingen zich voordoen.

Een meer realistische berekening

De extreme toezeggingen die we op pagina 60 en verder opsomden werden gebruikt om aan te tonen dat het zinloos is om te verwachten dat een proteïne zelfs onder de meest kunstmatig ideale condities het resultaat kan zijn van willekeurige verbindingen. Voordat we dit onderwerp verlaten kan het nuttig zijn om nu enkele van deze toezeggingen te beperken om een meer realistische voorstelling te krijgen (terwijl we

toch gul ten opzichte van het toeval blijven zodat er nog steeds geen twijfel zal bestaan over het falen ervan).³¹

Als we dit dan opnieuw berekenen kunnen de volgende conclusies worden bereikt:

De waarschijnlijkheid dat een proteïne-molecule het resultaat is van een toevallige rangschikking van aminozuren is 1 op 10^{287} .

Gemiddeld gezien zou er niet verwacht kunnen worden dat een enkele proteïne-molecule zich vaker dan één keer in 10^{262} jaar door toeval zou vormen, en de waarschijnlijkheid dat één proteïne zich door toevallige actie zou ontwikkelen in de hele geschiedenis van de aarde is kleiner dan 1 op 10^{252} .

De waarschijnlijkheid van een minimum verzameling van de vereiste 239 moleculen voor het kleinste theoretische leven bedraagt 1 op 10^{119879} . *Het zou gemiddeld 10^{119841} jaar duren om een verzameling van dergelijke proteïnes te verkrijgen. Dat is 10^{119831} keer de veronderstelde leeftijd van de aarde en is een getal met 119,831 nullen, genoeg om zestig pagina's van een boek van deze afmeting te vullen.*

Opnieuw worden we door het bewijs aangespoord om ons te realiseren dat een groter Iemand zeker ter plaatse heeft moeten zijn. Zelfs een kleine proteïne-molecule met de afmeting van insuline kan niet op een andere manier worden verklaard. In het volgende hoofdstuk zullen de implicaties van deze onwaarschijnlijkheden nader worden bekeken. Het begrijpen van de gigantische grootte van deze getallen (zelfs van de kleinste getallen die we ontdekt hebben) is vitaal voor de zekerheid waarnaar we op weg zijn.

¹ A. I. Oparin, *The Origin of Life* (New York: Dover Publications, 1953 editie), pp.132, 133.

² A. I. Oparin, *Genesis and Evolutionary Development of Life* (New York: Academic Press, 1968), p. 6. Dit communistisch geloof, zoals Tresmontant aangaf (zie pagina 36), is slechts een vorm van pantheïsme, het idee dat “alles God is”, een vals geloof waarin geen verantwoordelijkheid ten opzichte van een hogere Macht betrokken is. In het beeld van de communisten moet materie zich vanwege zijn eigen aard ontwikkelen. Wanneer leven dan uiteindelijk, uiteraard, evolueert als een materie, dan komen er nieuwe biologische wetten bij kijken alsof deze gewoon een nieuwe fase in deze ontwikkeling zijn. Dit wereldbeeld is feitelijk een religie, en “materie in beweging” dient als zijn God. Dit leidt effectief tot een soort van “vitalisme” waarover Dr. Oparin steen en been klaagt wanneer dit voorkomt in de publicaties van sommige andere wetenschappers (zoals Erwin Schrödinger, de natuurkundige die veel aan onze kennis toevoegde door zijn hypothese over het golf-karakter van materie).

³ Charles-Eugène Guye, *Physico-Chemical Evolution* (New York: E. P. Dutton and Co., 1925), pp. 3, 4.

⁴ Professor Guye stelde daarentegen dat de waarschijnlijkheid van een gebeurtenis zo klein kan zijn dat deze praktisch gezien hetzelfde is als *onmogelijk*. “Om te beweren”, zegt hij, “dat een fenomeen onmogelijk is of om te verklaren dat de kans dat dit optreedt gelijk is aan één op honderd miljoen is ‘praktisch’ gezien hetzelfde” (idem, p. 104). Dit wordt begrepen in de zin van een onwaarschijnlijke gebeurtenis binnen een tijdslimiet zodat de praktische waarschijnlijkheid daarvan nihil is.

⁵ George Wald, “The Origin of Life,” *Scientific American* (Augustus, 1954), p. 47.

⁶ Er zitten zo'n 280,000,000 hemoglobine-moleculen in een rode bloedcel (M. F. Perutz, “The Hemoglobin Molecule,” in *The Molecular Basis of Life* [San Francisco: W. H. Freeman & Co., 1968], p. 39). Een bloeddruppel kan 35 miljoen rode bloedcellen bevatten. Stel je de taak voor om de 10,000 atomen van slechts één hemoglobine-molecule in kaart te brengen als er ongeveer 10,000,000,000,000,000 van zulke moleculen in een bloeddruppel zitten! De gemiddelde volwassene heeft rond de 27 triljoen volgroeide rode cellen (George G. Simpson en William S. Beck, *Life, An Introduction to Biology*, korte editie [New York: Harcourt, Brace, and World, 1969], p. 211). Dit betekent dat een volwassene 75 honderd miljoen triljoen hemoglobine moleculen heeft!

⁷ In hoofdstuk 12 zullen we feitelijke volgordes voor insuline, toxine in een bijensteek, en cytochroom *c* laten zien en intrigerende feiten presenteren over het vergelijken van volgordes van verschillende dieren en planten.

⁸ John C. Kendrew, *The Thread of Life* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1966), pp. 32, 33.

⁹ Dit wordt als een gemiddelde beschouwd omdat sommige vervangers weliswaar werken, maar minder efficiënt. Deze conclusie (één toegestane substitutie per keten) is gedeeltelijk gebaseerd op werkelijk geobserveerde variaties in menselijk hemoglobine, waarin –met slechts weinig uitzonderingen– slechts één aminozuur-vervanging betrokken is per individu met abnormaal hemoglobine. “De evenwichten waarin het hemoglobine tetrameer betrokken is zijn zo nauwkeurig gebalanceerd dat afzonderlijke aminozuur-verplaatsingen een zeer fundamenteel effect kunnen uitoefenen op de structuur en de reactiviteit van de hele proteïne.” schreef Margaret Dayhoff (*Atlas of Protein Sequence and Structure 1972*, National Biomedical Research Foundation, Washington, D.C., p. 78). Verschillende soorten organismen hebben verschillende aminozuur-volgordes in hun hemoglobine-ketens, maar voor alle soorten is ongeveer de helft van de locaties identiek. In een gesprek met Dr. Dayhoff in 1971 leken we het met elkaar eens te zijn dat de hemoglobine-volgorde van een bepaald soort organisme alleen voor dat specifieke organisme optimaal werkt vanwege de complexe reacties tussen hemoglobine en andere moleculaire entiteiten in het bloed van die soort.

Insuline is een voorbeeld van een eenvoudiger proteïne, en insuline van een bepaalde soort zal functioneren wanneer dit in een andere soort wordt geplaatst, tenminste wat betreft zijn bruto functionaliteit. Maar het is waarschijnlijk dat

er ontdekt zal worden dat er geraffineerde of verborgen voordelen bestaan in de specifieke insuline-volgorde die elke soort heeft (het zal voor een proteïne zo eenvoudig als insuline waarschijnlijker zijn dat deze enkele karakteristieken voor “universele toepassing” heeft dan voor een complexer proteïne als hemoglobine. Een waterpomptang werkt in vele situaties, maar een complexe moersleutel kan slechts voor een bepaald doel werken. Trouwens, het verschil tussen de insuline-volgordes van verschillende soorten bestaat in enkele gevallen uit maar één- of twee aminozuren).

In hoofdstuk 12 zal het aangenomen bewijs voor evolutie worden onderzocht door volgordes te vergelijken in het geval van de proteïne cytochroom *c*.

Het zal later in dat hoofdstuk duidelijk worden dat zelfs als alle verschillen in de proteïne-volgordes van verschillende soorten met verloop van tijd door mutaties werden veroorzaakt, dat er dan volgens de regels van de waarschijnlijkheidsrekening nog steeds geen praktische mogelijkheid zou zijn om in het begin door toeval een verzameling van proteïnes te verkrijgen.

Over afzonderlijke substituties en andere mutaties schrijft Margaret Dayhoff: “Het wordt algemeen aangenomen dat veel van de abnormale ketens schadelijk zijn voor het individu, op zijn minst op een subtiele manier” (Idem, p. 67). Om bijvoorbeeld evolutie van hemoglobine te hebben kunnen laten plaatsvinden, zou er een lange reeks van zulke substituties moeten zijn geweest. En elke daarvan zou op zijn minst levensvatbaar moeten zijn geweest. Dit zou zonder twijfel overeenkomende veranderingen in andere onderling gerelateerde moleculaire entiteiten in het organisme hebben vereist, met gesynchroniseerde timing van de mutaties. Op zijn minst in het eindresultaat zou het gehele mechanisme bevorderlijk genoeg moeten zijn geweest om een monopolie in de genenpool te kunnen uitoefenen, zoals de geobserveerde situatie in elke soort is. Zo’n exact overeenkomende, complex gecoördineerde mutaties zijn onder de wetten van de waarschijnlijkheid natuurlijk geen redelijke mogelijkheid, zelfs niet wanneer deze geassisteerd zouden worden door natuurlijke selectie (Dr. Dayhoff zou het niet noodzakelijkerwijs eens zijn met deze conclusies omdat het uit haar publicaties duidelijk lijkt dat ze toegewijd is aan de standaard evolutionaire interpretatie wat betreft de vermeende oorsprong van de verschillen in de volgordes. We hebben niet over de oorsprong gesproken).

¹⁰ Dayhoff, *Protein Sequence*, p. 98, en Kendrew, persoonlijke communicatie, November, 1971.

¹¹ Harold I. Morowitz (Yale University Biophysics Dept.), persoonlijke communicatie, Oktober en November, 1971.

¹² De formule voor de kans met één substitutie toegestaan is: $\frac{(a - 1) n + 1}{a^n}$

waarin *a* het aantal beschikbare soorten is en *n* het aantal eenheden per keten. In dit geval, met 20 soorten en 84 eenheden in de keten, is het resultaat ruwweg een kans van 1 op 10^{106} .

¹³ Émile Borel, *Elements of the Theory of Probability* (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1965), p. 19. (Voor het eerst gepubliceerd in Frankrijk in 1950.)

¹⁴ Misschien moet het benadrukt worden dat de onzekerheidsfactor in de eerste helemaal geen onzekerheid overdraagt naar de andere in de verzameling. Deze andere zouden niet zomaar een proteïne moeten zijn die *waar dan ook* zou werken, maar een exacte volgorde om op deze plaats te passen.

¹⁵ Het woord ‘toeval’ is hier steeds gebruikt alsof het woord een entiteit met een bewustzijn impliceert. Charles Darwin verontschuldigde een gelijksoortig gebruik van het woord ooit als volgt: “Iedereen weet wat het betekent en wat met zulke metaforische uitdrukkingen wordt geïmpliceerd; en deze zijn bijna noodzakelijk om beknopt te kunnen zijn.” (*Origin of Species*, Mentor Edition, [New York: New American Library, 1958], p. 88.)

¹⁶ Avram Goldstein, Dora B. Goldstein, en Louise Lowney, “Protein Synthesis at 0° Centigrade in *Escherichia coli*,” *Journal of Molecular Biology*, Vol. 9 (1964), p.234.

Het moet opgemerkt worden dat, hoewel vele proteïnes korter zijn dan dit aantal, een levend organisme een complete verzameling van vele soorten met variërende lengten vereist, en dat het genoemde aantal een gemiddelde lengte representeert voor een minimale cel zoals eerder beschreven.

¹⁷ Roger Y. Stanier Michael Doudoroff, en Edward A. Adelberg, *The Microbial World*, 3^e ed. (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1970), p. 217.

Beschouw het volgende dilemma: voor de natuurlijke oorsprong van leven zouden er ultravioletstralen nodig zijn geweest om aminozuren te vormen, maar ultravioletstralen vernietigen precies dat leven dat het verondersteld wordt te hebben gevormd! Deze stralen zouden het aardoppervlak door de primitieve atmosfeer in grotere aantallen hebben bereikt, omdat van deze atmosfeer werd aangenomen dat deze geen zuurstof bevatte en dus ook geen *ozonlaag*. De ozonlaag in de bovenlaag van de atmosfeer filtert tegenwoordig het meeste van deze gevaarlijke straling uit. Deze werd verondersteld uit zuurstof gevormd te zijn dat voornamelijk door fotosynthese in planten en algen over lange tijdsperiodes werd geproduceerd.

¹⁸ Als wordt aangenomen dat de verbinding plaatsvond in water, dan bestaat er een verder probleem: de aminozuren geven een watermolecule op wanneer deze zich verbinden. Als ze al omgeven zijn door water dan levert dat een obstakel op. Om deze reden probeerden Fox en zijn medewerkers ze buiten water te verbinden. Maar dit zou de hypothetische vroege cellen aan de genade van dodelijke straling hebben overgeleverd.

¹⁹ Het veelvuldig onderzochte bacterie *Escherichia coli* heeft slechts vijf seconden nodig per proteïne-keten met een lengte van 400 bij de meest geschikte temperatuur van 370° C. (Goldstein, et al., “Protein Synthesis,” p. 234.) Lagere snelheden zijn gemeld voor gewervelde dieren, bijvoorbeeld een minuut per keten met een lengte van slechts 100 aminozuren. (Dayhoff, *Protein Sequence*, p. 54.)

De enorme snelheid die we in toezegging 10 hebben gekozen is zo'n 1200 keer de snelheidslimiet voor atomaire processen, waarvan gezegd wordt dat deze dicht bij $1/10^{16}$ ligt. (Harold J. Morowitz, *Energy Flow in Biology* [New York: Academic Press, 1968], p. 12.) Uit data van Pauling kan berekend worden dat een waterstof-electron ongeveer 10^{16} keer per seconde een baan rond zijn kern beschrijft, wat gelijk is aan tien miljoen miljard keer per seconde (Linus Pauling, *The Chemical Bond* [Ithaca, N. Y.: Cornell University Press, 1967 editie], p. 11.). Toezegging 10 staat toe dat zich 400 eenheden kunnen verbinden in $1/3$ van $1/10^{16}$ seconde.

Een normale snelheid in levende dingen hangt af van de ideale temperatuur, het geschikte oplosmiddel, en de optimale concentratie van waterstof-ionen, alsmede het doelmatig beschikbaar zijn van alle werkende onderdelen van de proteïne-assemblagelijijn die in hoofdstuk 9 zal worden beschreven, inclusief alle twintig aminozuren in voldoende voorraad.

Het is de mening van enkele vooraanstaande wetenschappers dat de helderheid van de zon 4 miljard jaar geleden met 60% van de huidige waarde op de aarde inwerkte, met het gevolg dat "de wereldwijde temperaturen van de aarde aanzienlijk lager zouden zijn dan het vriespunt van water ten tijde van de oorsprong van het leven." (Philip Handler, ed., *Biology and the Future of Man*, [New York: Oxford University Press, 1970], p.174.)

Bedenk dat idee eens in relatie met het volgende: "Het totale temperatuurbereik waarbinnen organismen kunnen groeien is nauw, en loopt ongeveer van -5 to $+80^{\circ}$ C." (Stanier et al, *The Microbial World*, p. 315.) Zij kunnen weliswaar overleven bij lagere temperaturen, maar niet groeien. Het verlagen van de temperatuur beneden het ideale bereik van een organisme heeft het effect dat reacties vertraagd worden. In het citaat dat zojuist werd vermeld, wordt gesteld dat de reacties bij ongeveer vijftig graden C onder nul de reacties zo traag zouden verlopen dat er geen groei zou plaatsvinden. En toch wordt voor de primitieve temperaturen verondersteld dat deze "aanzienlijk lager zouden zijn dan het vriespunt van water ten tijde van de oorsprong van het leven." (het vriespunt van water is 0° C.). Dit is uitermate interessant.

²⁰ Een probleem van veel theorieën over de oorsprong van het leven is dat hun hoop afhangt van het postuleren van veel ongebruikelijke condities. Maar zoals we zullen zien zal zelfs deze toezegging geen succes opleveren in de speurtocht naar een toevallige oorsprong van proteïnes.

²¹ Er zijn op deze manier 2.5×10^{44} stikstof-atomen en 9×10^{44} koolstof-atomen beschikbaar. Omdat er een aanzienlijke variatie bestaat in de data waaruit dit berekend kan worden, zullen we het toeval helpen als we de totalen gebruiken die berekend zijn uit de minst stringente berekeningen, namelijk: 9.35×10^{44} stikstof-atomen (C. C. Delwiche, "The Nitrogen Cycle," *Scientific American* [September, 1970], p. 140), en 4.6×10^{45} koolstof-atomen (Morowitz, *Energy Flow in Biology*, p. 69) beschikbaar op aarde. Omdat er in sommige bacteriën 1.35 stikstof-atomen per gemiddeld aminozuur benodigd zijn, zou de voorraad stikstof eerder op zijn dan de koolstof, waarvan er ongeveer vijf atomen per aminozuur benodigd zijn.

Om één van elke van de 20 aminozuren beschikbaar te hebben op elk punt in de gewenste keten met een lengte van 400, zullen er genoeg stikstof en andere benodigde elementen zijn voor 10^{41} verzamelingen.

²² Het totaal van de mogelijke rangschikkingen met een lengte van 400 aminozuren is 20^{400} , wat hetzelfde is als 10^{520} . Het percentage van bruikbare rangschikkingen is kleiner, 1 op 10^{240} , en is het getal dat gebruikt moet worden voor de eerste proteïne (Dit getal is zoals zojuist werd beschreven bepaald met behulp van de alfabet-analogie).

²³ Morowitz, persoonlijke communicatie, Oktober, 1971.

²⁴ Voor één substitutie gebruiken we weer de formule:
$$\frac{(a - 1) n + 1}{a^n}$$

en passen deze aan aan de situatie die zojuist werd beschreven.

²⁵ De berekening hiervan was:
$$\frac{7601^{238} \times 238! \times 10^{12 \times 238}}{10^{520 \times 238}}$$

Wat ongeveer $1/10^{119614}$ oplevert (238! betekent de *faculteit* van 238 en geeft aan dat we $238 \times 237 \times 236 \dots \times 1$ moeten vermenigvuldigen. We gebruiken hier feitelijk een oververeenvoudiging die zelfs nog meer in het voordeel van het toeval werkt. In plaats van het scenario dat alle 239 van een verschillende soort zouden zijn, wat het gebruik van de faculteit zou vereisen, bevatten de 239 proteïne-moleculen ongeveer 124 verschillende proteïne-soorten).

²⁶ Het getal 10^{119850} gedeeld door $10^{75} = 10^{119775}$.

²⁷ Harold J. Morowitz, "Biological Self-Replicating Systems," *Progress in Theoretical Biology*, ed. Fred M. Snell, Vol. 1 (1967), pp. 52, 54.

²⁸ Morowitz, persoonlijke communicatie, November, 1970, en November, 1971.

²⁹ Berekend uit data van Morowitz, persoonlijke communicatie, November, 1971.

³⁰ Een proteïne kan feitelijk niet zo kort zijn, dit is een extreme toezegging. Volgens A. D. McLachlan van het Laboratory of Molecular Biology in Cambridge (Engeland) is er "waarschijnlijk ook een kritische lengte van ongeveer 50 aminozuren, waaronder het moeilijk zou zijn om een proteïne-structuur te vormen die in een oplossing onder normale condities stabiel zou blijven." (A. D. McLachlan, "Repeating Sequences and Gene Duplication in Proteins," *Journal of Molecular Biology*, Vol. 64 [Maart 4, 1972], p. 431.)

³¹ We vermoeden dat niet alle lezers enthousiast zullen zijn om de berekeningen in deze sectie te controleren, na alle andere getallen in dit hoofdstuk. Maar voor hen die dit willen doen, zullen we in het kort een overzicht geven van de toezeggingen die leiden tot de berekende getallen: Toezegging 2: schat een waarschijnlijkheid van $1/10^6$ dat *alle* zouden optreden en wel in de juiste proporties. Verwijder toezegging 3 omdat aminozuren die in een primitieve

omgeving worden gevormd racemisch zouden zijn (zie hoofdstuk 3 en Bijlage 1). Berekend met een lengte van 400, 32 glycine, 32 die glycine volgen of de eerste in de keten zijn, 336 anderen met een 3/4 voorkeur voor dezelfde draairichting, dan is de waarschijnlijkheid dat ze allemaal linksdraaiend zijn $1/10^{51}$ (dit leidt, wanneer vermenigvuldigd met het verkregen getal $1/10^{236}$ onder de extreme toezeggingen, tot het bovenstaande getal $1/10^{287}$). Toezegging 5, $1/10$; toezegging 6, $1/10^3$; toezegging 7, $1/10^4$; toezegging 8, 10, en 11 samen $1/10^{26}$, en wel als volgt: $1/10^{16}$ om onze enorme snelheid bij te stellen tot de normale topsnelheid in bacteriën; vervolgens $1/10^{10}$ om te corrigeren tot niet-enzymatische snelheid (“... 10^{10} keer zo lang, als een ruwe schatting van de verhouding tussen de reactiesnelheden met en zonder enzymatische katalyse. . . .” – Henry Quastler van Yale, in zijn *Emergence of Biological Organization*, [New Haven, Conn.: Yale University Press, 1964], p. 6). Het totaal van deze bijstellingen (toezegging 3 die eerder werd gedaan niet meetellend) bedraagt $1/10^{40}$. Wanneer we dit vermenigvuldigen met $1/10^{287}$ en delen door de jaarlijkse snelheid uit de extreme toezeggingen (10^{65}), dan is het resultaat 10^{262} jaar. Wanneer we dit delen door 10^{10} als een afgeronde veronderstelde leeftijd van de aarde, dan resulteert dit in 10^{252} keer de leeftijd van de aarde.

Met betrekking tot de verzamelingen, stel toezegging 13 bij met $1/10^{10}$, en toezegging 12 met $1/10^2$. Als we alle bijstellingen op deze toezeggingen optellen, dan hebben we $1/10^{103}$. Wanneer we dit vermenigvuldigen met $1/10^{119776}$, verkregen onder de extreme toezeggingen, dan resulteert dit in $1/10^{119879}$, de “realistische” waarschijnlijkheid voor één toevallige verzameling. Delen we dit door 10^{38} als de realistische snelheid per jaar dan verkrijgen we 10^{119841} , wat 10^{119831} keer de leeftijd van de aarde is.

Toezeggingen 1 en 14 werden ongemoeid gelaten omdat, hoewel er onvoldoende bewijs is dat deze vereist zouden zijn, materialisten deze nodig hebben en, zoals we hebben ontdekt, het toeval desondanks toch faalt.

Hoofdstuk 7 – Hoe grote getallen jou kunnen helpen

*Hoewel we alle vertrouwen in de wetenschap moeten blijven houden, moeten we niet blind geloven in haar feitelijke almachtigheid.*¹

– Pierre Lecomte du Noüy

SERIEUS REDENEREN KAN inspanning vereisen. Het is het verrukkelijke soort inspanning die de denker kan belonen met waardevolle inzichten over de aard der dingen.

Waarom het begrijpen van grote getallen belangrijk is

Als iemand een hoge mate van zekerheid wenst te bereiken met betrekking tot het vraagstuk van de evolutie, voor zichzelf of om anderen te helpen, dan is het vitaal om de echte betekenis te begrijpen van het soort getallen dat we hierbij tegenkomen.

Het is gemakkelijk om in dit opzicht nonchalant te worden. Veel mensen zien bijvoorbeeld weinig verschil tussen bijvoorbeeld één miljard en 10^{287} . Zij denken dat een of andere zeldzame mogelijkheid gewoon toch zou kunnen plaatsvinden, of de waarschijnlijkheid nu één op een miljard of één op 10^{287} is. Sommige mensen leven tenslotte tot ze 105 jaar oud zijn. Gewone mensen kunnen een prijsvraag winnen alhoewel de statistieken niet in hun voordeel werken.² Dus, zo denken zij, zelfs al is het onwaarschijnlijk, misschien is het leven toch door toeval ontstaan.

Het cruciale verschil is de grootte van de getallen. Laten we nu eens nader kijken naar een getal dat we in het vorige hoofdstuk hadden berekend.

Eerst werd de waarschijnlijkheid berekend dat een gemiddelde proteïne-molecule zichzelf toevallig in de juiste volgorde rangschikt. Vervolgens namen we aan dat alle benodigde atomen die op de aarde beschikbaar zijn waren samengevoegd in gemakkelijk beschikbare verzamelingen. Elke verzameling probeerde elke seconde 30 miljoen miljard nieuwe rangschikkingen uit. Als er van het toeval verwacht zou kunnen worden dat deze één proteïne-molecule produceert die waar dan ook zou kunnen functioneren, dan zou het als een succes worden beschouwd. De waarschijnlijkheid dat dit sinds het begin van de aarde ook maar één keer zou gebeuren is kleiner dan 1 op 10^{161} . Laten we dat getal eens vergelijken met enkele grote getallen die we wat gemakkelijker kunnen bevatten.

Voorbeelden van grote getallen

Neem het aantal seconden in een aanzienlijke tijdsperiode. Er zitten er maar 60 in een minuut, maar in een uur is dat aantal toegenomen tot 3,600. In een jaar zitten 31,558,000 seconden, gemiddeld genomen om rekening te houden met schrikkeljaren. Stel je nu eens voor wat voor een enorm aantal seconden er moeten zijn geweest sinds het begin van het universum tot nu toe (gebruik 15 miljard jaar, dat is één van de standaardschattingen van evolutionisten). Het kan nuttig zijn om een moment stil te staan en te beschouwen hoe groot dat getal moet zijn.

Maar als we het opschrijven lijkt het maar een klein getal te zijn: minder dan 10^{18} seconden in de complete geschiedenis van het universum.

Het gewicht van ons Melkwegstelsel, inclusief alle sterren en planeten en alle andere dingen, wordt geschat “in de orde van grootte van 3×10^{44} gram”.³ Zelfs het aantal atomen in het universum is op het eerste gezicht niet erg indrukwekkend, totdat we gewend raken aan grote getallen. Dit is 5×10^{78} , gebaseerd op de huidige schattingen van de straal van 15 miljard lichtjaren en een gemiddelde dichtheid van $1/10^{30}$ gram per kubieke centimeter.⁴

Veronderstel nu dat *elk van deze atomen* zich zou kunnen uitzetten totdat deze de afmeting van het huidige universum heeft bereikt, zodat elk atoom zelf weer 5×10^{78} atomen zou hebben. Het totale aantal atomen in de resulterende super-kosmos zou dan 2.5×10^{157} bedragen.

Hiermee vergeleken is het getal dat de kans weergeeft dat een enkele proteïne zich door toeval zou kunnen hebben vormen, in de hele geschiedenis van de aarde, wellicht wat indrukwekkender geworden. Het is 4,000 maal groter dan het aantal atomen in het *super*-universum dat we ons zojuist hebben voorgesteld.⁵

Een getal te groot om voor te stellen

Hoe hard we ook proberen, de minieme waarschijnlijkheid voor de toevallige formatie van een proteïne is een getal dat te groot is om te bevatten. Laten we dit eens even overpeinzen. Dat grote getal, 10^{161} , representeert de kans op één proteïne in vijf miljard jaar. We kunnen nu berekenen hoe lang de periode is die benodigd zou zijn om gemiddeld gezien een succesvol resultaat te verwachten.

We moeten in het achterhoofd houden dat alle atomen die de bestanddelen van de aarde vormen – te land, ter zee en in de lucht- worden beschouwd alsof deze zich in verzamelingen van aminozuren bevinden die gemakkelijk beschikbaar zijn voor elk punt van elke zich potentiëel vormende proteïne-keten. In *elke* van deze 10^{41} verzamelingen vinden continu experimenten plaats met een snelheid van 30 miljoen miljard pogingen per seconde.

Door middel van eenvoudige wiskunde kunnen we nu ontdekken dat gemiddeld gezien, en afgerond, één keer per 10^{171} jaar één enkele bruikbare proteïne zou worden gevormd.

De zaak van de reizende amoëbe

Stel je een amoëbe voor. Dit microscopische éencellige dier lijkt een beetje op een dunne speelgoedballon die ongeveer tot een kwart gevuld is met water. Om zich voort te bewegen, stroomt of glibbert het zich langzaam voort.

Deze amoëbe begeeft zich op een lange reis, van het ene uiterste van het universum helemaal naar de andere kant. Omdat er tegenwoordig door sommige astronomen gespeculeerd wordt dat de straal van het universum 15 miljard lichtjaren bedraagt, zullen we een diameter gebruiken die het dubbele is van die afstand.

Laten we eens aannemen dat de amoëbe ongeveer een inch (2.54 centimeter) per jaar aflegt. Stel je een of andere brug voor - zeg, een draad - waarover de amoëbe kan reizen. Als we de afstand vertalen naar inches, dan zien we dat deze ongeveer 10^{28} inches bedraagt. Met een snelheid van een inch per jaar, kan deze kleine ruimtereiziger de overtocht in 10^{28} jaar maken.

De amoëbe heeft een taak: draag een atoom naar de andere kant, en kom dan terug om nog een atoom op te halen. Het uiteindelijke doel is om op deze manier de massa van het *hele universum* over de hele lengte van het universum te dragen! Elke retour-reis duurt 2×10^{28} jaar. We moeten ons de amoëbe dan natuurlijk wel voorstellen als een zeer slijtvast en vastbesloten diertje!

Om alle atomen van de ene naar de andere kant van het universum te dragen, één per oversteek, duurt net zo lang als de tijd voor een enkele oversteek vermenigvuldigd met het aantal atomen in het universum, 5×10^{78} . Wanneer we deze vermenigvuldiging uitvoeren, is het resultaat afgerond 10^{107} jaar. Dat is dus de tijdsduur die de amoëbe nodig zou hebben om het hele universum van de ene naar de andere kant te dragen, één atoom tegelijk.

Maar wacht. Het aantal jaren waarin we zouden kunnen verwachten dat één proteïne zich door toeval zou kunnen vormen is veel groter dan dat getal. Dat was 10^{171} . Als we dat getal delen door de tijdsduur die de langzame amoëbe nodig heeft om het universum te verplaatsen, dan komen we aan bij deze verbazingwekkende conclusie: *De amoëbe zou 10^{64} UNIVERSUMS over de hele diameter van het ons bekende universum kunnen dragen in de verwachte tijdsduur die nodig is om één enkele proteïne door toeval te laten ontstaan, onder condities die het toeval zeer welgezind zijn.*

Maar stel je nu dit eens voor. Veronderstel dat de amoëbe zich in de hele tijd dat het universum bestond slechts één inch had voortbewogen (de schatting van 15 miljard jaar aanhoudend). Als hij met die snelheid zou verder gaan, zodat hij in elke 15 miljard jaar één inch zou afleggen, dan gaat het aantal universums dat hij over die vreselijk lange kilometers zou kunnen dragen ons verstand nog steeds te boven, namelijk meer dan 6×10^{53} , terwijl zich één proteïne vormt. ⁶

Vroeger of later zal ons verstand het idee accepteren dat het niet de moeite waard is om te wachten totdat het toeval een proteïne zal voortbrengen. Dat is waar als we de wetenschap van de kansrekening serieus nemen. Raketwetenschappers, zoals Wernher von Braun, gebruiken dezelfde vermenigvuldigingsregel die aan de basis van deze berekeningen ligt. ⁷ Deze regel helpt ons om astronauten naar de maan en terug te laten gaan.

Waarom sommige waarschijnlijkheden zo klein zijn

Charles-Eugène Guye was één van de meest briljante denkers van deze eeuw. Deze roemrijke natuurkunde-professor in Genève vestigde de aandacht op de snelheid waarmee het mogelijke aantal uitkomsten kan toenemen: “Is het voldoende om er aan te herinneren dat een gastvrouw 20 gasten op meer dan twee

miljoen miljoen manieren rond de tafel kan rangschikken? Wat zou dit zijn als zij duizend gasten een plaats zou moeten geven?”⁸

Als je 20 gasten hebt, dan kan aan de eerste gast elk van de 20 stoelen worden toegewezen. Terwijl het hier gaat om zomaar één van de 20 stoelen, kan aan de volgende persoon slechts één van de resterende 19 stoelen worden toegewezen, en op dezelfde manier zijn er voor de volgende persoon maar 18 beschikbare stoelen. Het totaal aantal verschillende rangschikkingen wordt in zo'n situatie $20 \times 19 \times 18 \times 17 \times \dots \times 1$, dat wordt de *faculteit* van 20 genoemd, en wordt ook wel in deze interessante notatie geschreven: $20!$ Tussen haakjes, dit is de reden dat we geen uitroepetekens achter sommige van deze overweldigende getallen zetten die we berekend hebben. Het uitroepeteken zou namelijk de betekenis veranderen in “de faculteit van”.

In de experimenten die tot dusverre zijn genoemd is steeds aangenomen dat alle verschillende aminozuren steeds op elk moment beschikbaar waren. Het totaal van even waarschijnlijke uitkomsten werd dan verkregen door het aantal van de beschikbare types met zichzelf te vermenigvuldigen, tot de macht van de lengte van de gewenste keten. Toen we alleen L-aminozuren in beschouwing namen, was dit $20 \times 20 \times 20 \times \dots \times 20$. Het produkt wordt snel astronomisch.

Bekijk eens wat een groot verschil het uitmaakt als je een exponent van 10 amper laat toenemen. Als je begint met 10^{101} en dit vergroot tot 10^{102} , dan voeg je effectief $10^{101} + 10^{101} + 10^{101} + 10^{101} + 10^{101} + 10^{101} + 10^{101} + 10^{101} + 10^{101} + 10^{101}$ toe aan het originele getal 10^{101} .

De kanswetten zijn betrouwbaar

Pierre Lecomte du Noüy, een vermaard Frans wetenschapper die in 1942 aan de Nazi-bezetting ontsnapte en naar de Verenigde Staten vluchtte, schreef,

*“De zogenaamde ‘kanswetten’ ontlenen hun nauwkeurigheid (die aanzienlijk is op onze waarneembare schaal) aan het feit dat er geen bevoorrechte atomen bestaan (vanuit het specifieke standpunt dat hier wordt beschouwd) en dat zij zich gemiddeld allemaal op dezelfde onvoorstelbare, wanordelijke manier gedragen.”*⁹

In andere woorden, we kunnen verwachten dat dingen zich tot gemiddelden uitvlakken volgens deze wetten, en we moeten niet verwachten dat er iets is dat zich in tegenstrijd met de wet van de grote getallen zou gedragen, als het aan toeval alleen ligt. In alle wetenschappen, de technologie en de zakenwereld vind je een bijna absolute afhankelijkheid van deze wetten. Het is logisch dat er op dezelfde principes vertrouwd kan worden die gebruikt worden bij de planning van wolkenkrabbers, wanneer deze worden toegepast op de waarschijnlijkheid dat een proteïne zich door toeval zou vormen.

Berekeningen kunnen wetenschappelijk zijn – een herhaalbare studie

Onthoud dat de essentie van de wetenschappelijke methode bestaat uit het herhaalbare experiment dat hetzelfde resultaat heeft als dit op dezelfde manier wordt uitgevoerd, ongeacht door wie dit gedaan wordt. Iedereen kan de realiteit controleren van de vermenigvuldigingsregel en van de mathematische formules die we gebruikt hebben. Als er twijfels optreden, dan kun je een stap terug doen en het nog eens controleren totdat je er van verzekerd bent dat deze correct zijn. De principes van de waarschijnlijkheid zijn bekend aan ingenieurs, astronauten, en iedereen die mathematica gebruikt, en worden door hen zonder aarzelen gebruikt.

Zekerheid over dit onderwerp groeit wanneer men overtuigd raakt van de nauwkeurigheid van de wet van gemiddelden, en vervolgens de dingen die nu om ons heen bestaan in beschouwing neemt. Wanneer men dit benadert vanuit de inductieve wetenschappelijke route, kan door deductie de logica van de Bijbelse positie worden ingezien, die alles aan de creatie toeschrijft in plaats van aan het toeval. Maar waarom zou iemand de Bijbel willen overtreffen? Het bevat de waarheid die de mens nodig heeft. Zonder deze kan de moderne mens verdwaald raken in deze uitgestrekte, mysterieuze kosmos.

Modern atheïsme is een plaatsvervanger voor God

In April 1967 publiceerde het tijdschrift *Réalités* een interview met Frans filosoof-wetenschapper-theoloog Claude Tresmontant, die we al eerder hebben geciteerd. Het tijdschrift refereerde in de introductie van het interview aan Tresmontant's boek, *The Problem of the Existence of God Today* (“Het probleem van het tegenwoordige bestaan van God”), hierbij de volgende zinsnedes gebruikend: “sterk beredeneerde logica”,

en “de haast overweldigende hoeveelheid kennis waarmee deze wordt ondersteund.”¹⁰ Nadat hij stelde dat Plato, Aristoteles, en anderen “dachten dat de wereld een groot levend wezen was, een Goddelijk Dier” zei Tresmontant in dit interview, “Modern atheïsme houdt nog steeds vol dat de wereld het enige Wezen is.” Hij wijdde vervolgens uit over wat dat zou betekenen wat betreft de aard van de materie:

“Omdat wordt aangenomen dat deze materie ongeschapen en eeuwig is...moet alles wat ooit in het universum is verschenen zijn geproduceerd, uit eigen middelen, zowel leven als gedachte. De totale amorfe massa was in staat om zichzelf te organiseren, om levend te worden en om zichzelf te voorzien van bewustzijn en gedachten. Het is duidelijk dat, als materie op deze manier wordt bekeken, dat er dan zeer grote capaciteiten hieraan toegeschreven moeten worden, grote wijsheid en constructieve genialiteit, omdat een groot genie nodig was voor de onafhankelijke uitvinding van de grote moleculen die een onderdeel zijn van de samenstelling van elk levend wezen, hoe nederig dan ook, net als voor de uitvinding van de belangrijkste functionele systemen die de hogere levensvormen karakteriseren – de spijsverterings-, bloedsomloop-, voortplantings- en zenuwstelsel-systemen.”¹¹

Met scherpzinnige redeneringen wijst Dr. Tresmontant op de implicaties van het substitueren van God door het materiële universum. Uiteindelijk zullen hiervan dezelfde kwaliteiten worden vereist als aan de God van de Bijbel worden toegeschreven: een autonoom wezen, ontologisch zelfvoorzienend en een creatief genie.¹²

Hiermee laat hij zien dat atheïsten niet kunnen verwachten dat zij aan God kunnen ontsnappen – dezelfde soort God als in de Bijbel wordt beschreven – als de enige rationele verklaring voor het universum. De algemene regel over hoe dingen zijn wordt duidelijker terwijl we verder gaan. Toeval kan geen complexe, geordende, operationele systemen scheppen. Noch is het een verklaring voor schoonheid. Om de geur van een roos of de speelsheid van een lam aan blind toeval toe te schrijven betekent het negeren van elke logica.

Praktische onmogelijkheid

Sprekend over grote getallen, merkte Lecomte du Noüy op, “Het is overduidelijk dat exponenten boven de 100 alle menselijke betekenis verliezen. De dichtstbijzijnde ster is 40×10^{21} microns van ons verwijderd.”¹³ (Een micron is een duizendste van een millimeter, die zelf een tiende van een centimeter is). Met betrekking tot de waarschijnlijkheden waarbij grote getallen zijn betrokken, schreef dezelfde auteur:

“Als de waarschijnlijkheid van een bepaalde gebeurtenis oneindig klein is, dan is dit gelijkwaardig aan de praktische onmogelijkheid dat dit binnen bepaalde tijdslimieten gebeurt. De theoretische mogelijkheid... kan zo klein zijn dat deze gelijk staat aan een quasi-zekerheid over het tegenovergestelde.”¹⁴

We hebben gezien dat een amoebe zes honderd duizend miljard miljard miljard miljard universums over de diameter van het hele universum zou kunnen transporteren, één atoom per oversteek, reizend met een snelheid van een inch per vijftien miljard jaar, in dezelfde tijd waarin het gemiddeld gezien verwacht kan worden dat een proteïne-molecule door toeval kan worden gerangschikt.¹⁵ De lezer zou het er wellicht mee eens kunnen zijn dat een waarschijnlijkheid zo klein als deze zeker gelijk staat, in Lecomte du Noüy's termen, aan een quasi-zekerheid over de praktische onmogelijkheid.

De logica van deze woorden uit de Geschriften zijn nu gemakkelijker te begrijpen:

“U komen alle lof, eer en macht toe, Heer, onze God, want u hebt alles geschapen: uw wil is de oorsprong van alles wat er is.” (Openbaring 4:11).

¹ Pierre Lecomte du Noüy, *Human Destiny* (New York: Longmans, Green & Co., 1947), p. 38.

² Een moment van overpeinzing toont aan dat het in het geval van een prijsvraag zeker is dat *iemand zal winnen*. Dit is een compleet andere situatie dan die we aan het bestuderen zijn.

³ *Encyclopaedia Britannica*, (1967), zie “galaxy.”

⁴ Volgens Jesse L. Greenstein, die indertijd hoofd was van het Astronomy Department aan het California Institute of Technology (persoonlijke conversatie, November, 1971), was het getal 10^{78} gebaseerd op een straal van 10 miljard lichtjaren. Omdat 15 miljard lichtjaren nu de alom geaccepteerde schatting is, kunnen we berekenen dat het aantal atomen ongeveer 5×10^{78} bedraagt. (Het eerdergenoemde 10^{78} was “een benadering”) Huidige schattingen van de

straal variëren van 10 tot 20 miljard lichtjaren, hoewel er nog steeds onzekerheid bestaat over metingen die verder gaan dan enkele honderden lichtjaren.

⁵ $10^{161} = (2.5 \times 10^{157}) \times (4 \times 10^3)$

⁶ 10^{64} gedeeld door 15 miljard (1.5×10^{10}) = 6.6×10^{53}

⁷ Wernher von Braun, *Space Frontier*, New Edition (New York: Holt, Rinehart en Winston, 1971), pp. 108, 109.

⁸ Charles-Eugène Guye, *Physico-Chemical Evolution* (New York: E. P. Dutton & Co., 1925), p. 164.

⁹ du Noüy, *Human Destiny*, p. 41.

¹⁰ *Réalités*, Parijs, April, 1967, p. 45.

¹¹ Idem, p. 46.

¹² *Réalités*, Parijs, April, 1967, p. 46.

¹³ du Noüy, *Human Destiny*, p. 32.

¹⁴ Idem, p. 30.

¹⁵ Merk op dat de getallen, die we door dit hele hoofdstuk heen gebruikt hebben, de getallen zijn die we hadden verkregen onder de gigantische toezeggen die we hadden gemaakt om het voor het toeval makkelijker te maken om te slagen. Als we realistische getallen hadden gebruikt dan zou de kans van slagen zelfs nog kleiner zijn geweest.

Hoofdstuk 8 - DNA — “De Meest Gulden van alle Moleculen”

*In termen van analogie, [is het menselijk DNA als] een enorme encyclopedie met zesenzeertig delen, elk 20,000 pagina's dik. Elke cel in het menselijk lichaam is voorzien van de hele encyclopedie.*¹
—John C. Kendrew

DE GROOTSTE ONTDEKKING in de geschiedenis van de biologie was die van de structuur van het DNA. Het sprak tot de verbeelding van het grote publiek, in het bijzonder van hen die al in wetenschap geïnteresseerd waren.² Het begrip ervan speelt een sleutelrol onze vooruitgang naar zekerheid. Dat er een “taal van het leven” zou zijn, zoals Crick het noemde,³ die een universele code is, is erg mysterieus en intrigerend. Er is ontdekt dat de code precies hetzelfde is in de cellen van de kleinste bekende levende dingen en in de zenuwcellen van het menselijk brein. Gistcellen en de cellen van het netvlies van een adelaarsoog bevatten precies dezelfde code met dezelfde letters, die gerangschikt zijn om verschillende “woorden” te spellen. Een weelde aan onderzoek geeft aan dat de universele aard van de code hetzelfde is in alle wezens die bestudeerd zijn (met mogelijk zeer zeldzame, kleine variaties).

Afmeting van de DNA-molecule

DNA is wat zijn hoofdstructuur betreft, net als een proteïne, een lange dunne streng. Een DNA-molecule kan feitelijk honderden keren langer zijn dan de diameter van de cel waarin deze zich bevindt. Om in de cel te kunnen passen is het nodig dat de molecule uit een dubbele streng bestaat en verdraaid wordt. Een meercellige plant of dier zal meer DNA per cel hebben, omdat meer gecodeerde informatie benodigd is. In de menselijke cel is het DNA opgedeeld in 46 chromosomen. De totale lengte van dit DNA in één cel is ongeveer zes voet (ongeveer twee meter)!⁴ Er is geschat dat de totale hoeveelheid DNA in je lichaam het hele zonnestelsel zou bestrijken!⁵

Een snelle manier om het plan van de code te begrijpen

We kunnen een duidelijk idee krijgen over hoe de DNA-code is gerangschikt door er zelf een te ontwerpen. Stel dat we een code vormen waarin slechts vier symbolen kunnen worden gebruikt, de nummers 1, 2, 3, en 4. Dit moet vertaald worden naar de 26 letters van ons alfabet.

Als we besluiten om de nummers in groepen van drie te rangschikken, dan hebben we meer dan genoeg codes met drie nummers om de 26 letters te vormen. Sterker nog, we zullen 64 verschillende trio's hebben (111, 112, 113, 114, 121, 122, etcetera). Vanwege de overvloed aan zo'n trio's, vergeleken met de 26 letters, kunnen we in de meeste gevallen verschillende van deze groepen van drie aan dezelfde letter toekennen.

Laten we nu de letter “A” coderen door elk van de volgende groepen nummers: 111, 112, 113, 114. “B” kan voorgesteld worden door 121, 122, 123, of 124. Voor “C” zullen we slechts twee trio's gebruiken, 131 en 132. Dit zal ons voor het moment genoeg materiaal geven om mee te werken.

Laten we nu onze simpele code gebruiken en het woord “Cab” (Engels voor “Taxi”) schrijven. Een mogelijkheid om dit te doen is 132114122.⁶ Om deze code te vertalen hoeven we deze alleen maar te verdelen in groepen van drie, beginnend aan het juiste beginpunt. Vervolgens kunnen we de code gemakkelijk ontcijferen, gebruikmakend van onze codesleutel of woordenboek.

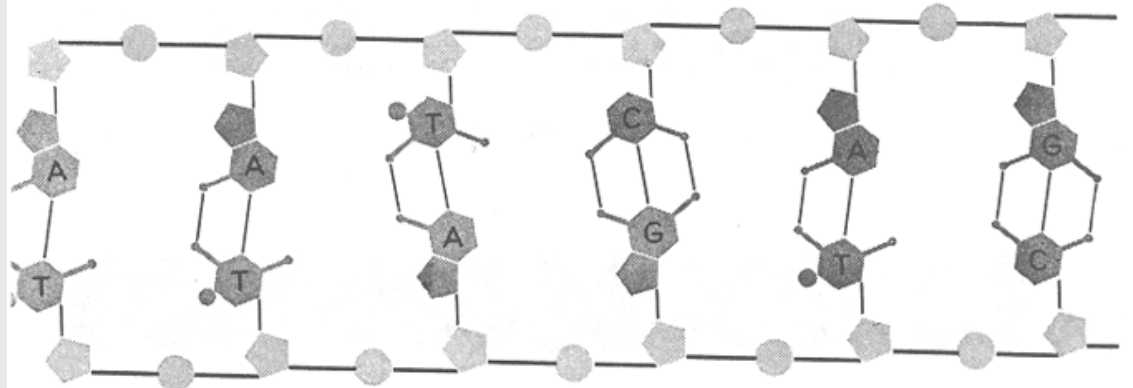
Dit zou hetzelfde werken als in plaats van de nummers 1, 2, 3, 4 andere symbolen zouden worden gebruikt. We zouden bijvoorbeeld een cirkel, een vierkant, een driehoek en een ellips kunnen gebruiken. We zouden, als een ander alternatief, ook vier verschillende soorten boombladeren kunnen gebruiken, of zelfs vier chemicaliën. In dit laatste geval zou onze code erg lijken op de DNA-code, zoals we zullen zien. Maar DNA wordt niet vertaald naar ons alfabet, maar naar de 20 aminozuren, hierbij de juiste volgorde voor hun verbindingen aangevend om de specifieke proteïne die benodigd is te vormen. Biologisch leven bestaat voor een groot gedeelte uit het maken van de correcte proteïnes op het juiste moment en met de juiste hoeveelheden.⁷ Nadat zij gevormd zijn, kunnen de verschillende proteïnes vele wonderbaarlijke dingen doen.

Laten we eens bekijken op welke manier de code feitelijk in levende dingen voorkomt, nu we de hoofdgedachte achter het plan voor deze code te pakken hebben.

De exotische “dubbele schroef” van het DNA

Watson en Crick en hun medewerkers ontdekten dat deze wonderbaarlijke *deoxyribonucleic acid* molecule (DNA) bestond uit een speciaal type spiraal, de *dubbele schroef*. De lange molecule draait continu, net als de draad van een schroef. Samen vormen de twee zijden van de dubbele schroef een spiraalvormige trap of ladder. (Zie figuren 5 en 6).

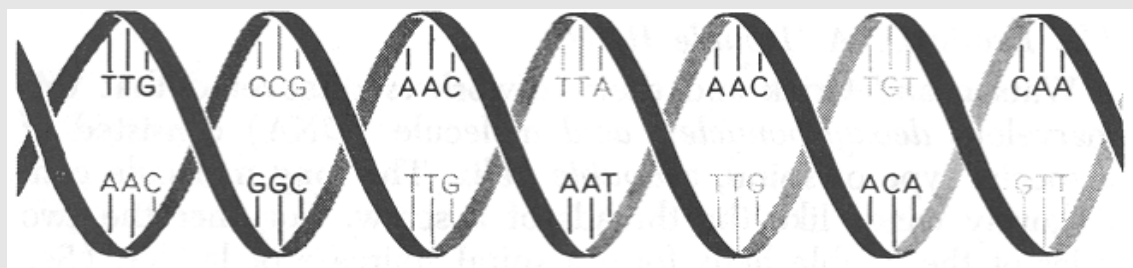
FIGUUR 5: Weergave van een korte sectie DNA



Het bovenstaande diagram toont een korte sectie van een DNA-molecule in platgeslagen vorm om te laten zien hoe de ladderachtige zijden met treden en treeplanken bestaan uit de vier “basen” die de letters van de genetische code zijn. Elke base is aan een andere verbonden door waterstofverbindingen in het centrum van de ladder, en zo wordt dus een “basepaar” gevormd. De letters A, C, G en T zijn de initialen van de vier basen: adenine, cytosine, guanine, en thymine. De ronde moleculen aan weerszijden van de ladder zijn fosfaten, en de vijfhoekige moleculen zijn suikermoleculen. Het diagram is van dezelfde bron afkomstig als figuur 6, beneden.

Tijdens het bestuderen van proteïnes, ontdekten we dat een proteïne-molecule gevormd wordt door kleinere aminozuur-moleculen, waarvan er 20 soorten bestaan. DNA is op eenzelfde manier gemaakt door eenvoudiger moleculen, maar in dit geval zijn er slechts zes soorten. Vier van deze dragen het bericht en de andere twee beschermen hen en houden hen op hun plaats.

FIGUUR 6: Schematische tekening van de DNA dubbele schroef



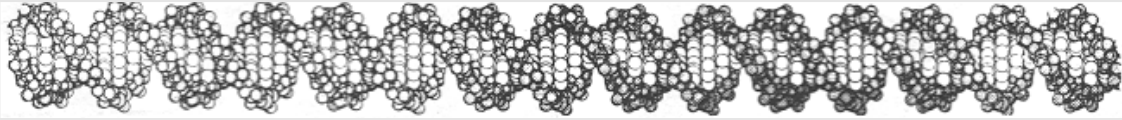
Hierboven wordt schematisch de dubbele schroef van het DNA getoond in zijn natuurlijke gedraaide configuratie. Dit is primair gedaan om de verdraaiing van de ladder te laten zien, maar de baseparen worden niet afgebeeld, met uitzondering van het opnoemen van de letters van de complementaire basen in drietallen of codons. In een echte DNA-molecule bevinden zich tien baseparen voor elke complete draaiing van de dubbele schroef.

Uit “The Genetic Code: II” door Marshall W. Nirenberg. Copyright © Maart, 1963, Scientific American, Inc. Alle rechten voorbehouden. Dr. Nirenberg’s belangrijke werk leidde tot de ontcijfering van de genetische code.

Laten we nu eerst eens de zijden van de wenteltrap of spiraalvormige ladder bekijken. Elke zijde is relatief eenvoudig en bestaat uit slechts twee soorten moleculen, elkaar op een regelmatige manier afwisselend. Eén van deze is een suiker, genaamd deoxyribose (de D in DNA). De andere component van de zijanten

van de ladder is een kleine molecule die een fosfaat wordt genoemd. Het bevat één fosfor-atoom, samen met zuurstof-atomen. Deze twee soorten moleculen verbinden zich samen in een zeer lange keten – suiker-fosfaat-suiker – in een regelmatige volgorde. De volledige lengte van elke zijde van de dubbele schroef van het DNA wordt op deze manier volgens dit eenvoudige plan opgebouwd. De zijden van de ladder kunnen gezien worden als de kaders die de letters op hun plaats houden.

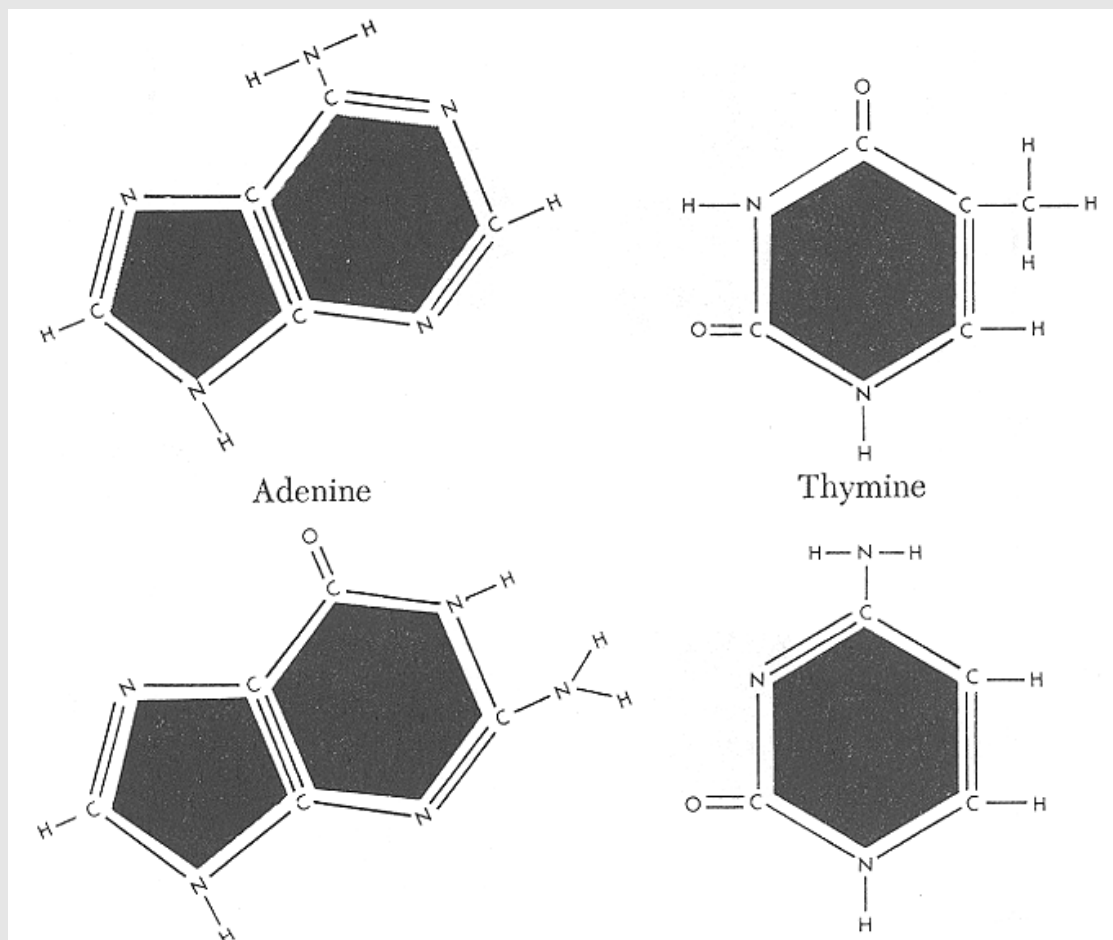
FIGUUR 7: Een sectie van een DNA-molecule, meer schaalgetrouw



De verdraaide representatie hierboven is meer op ware schaal getoond dan de twee voorgaande diagrammen. Deze toont een sectie van de DNA-molecule die ongeveer honderd baseparen of letters bevat. De basen vullen de ruimte tussen de verdraaide zijden van de ladder-achtige dubbele schroef bijna helemaal. Deze kleine sectie zou minder dan een tien-duizendste van de lengte van een complete DNA-molecule van een bacterie bedragen, als deze op dezelfde schaal zou worden getekend. Deze afbeelding is van Francis H. C. Crick, mede-ontdekker van de DNA-structuur.

Uit “The Genetic Code,” door F. H. C. Crick. Copyright © Oktober, 1962, Scientific American, Inc. Alle rechten voorbehouden.

FIGUUR 8: De vier chemische basen die dienen als de letters van het DNA



De vier chemische basen die dienen als de letters van het DNA. Figuren 8 en 9 zijn uit dezelfde bron afkomstig, zie onder figuur 9 op de volgende pagina.

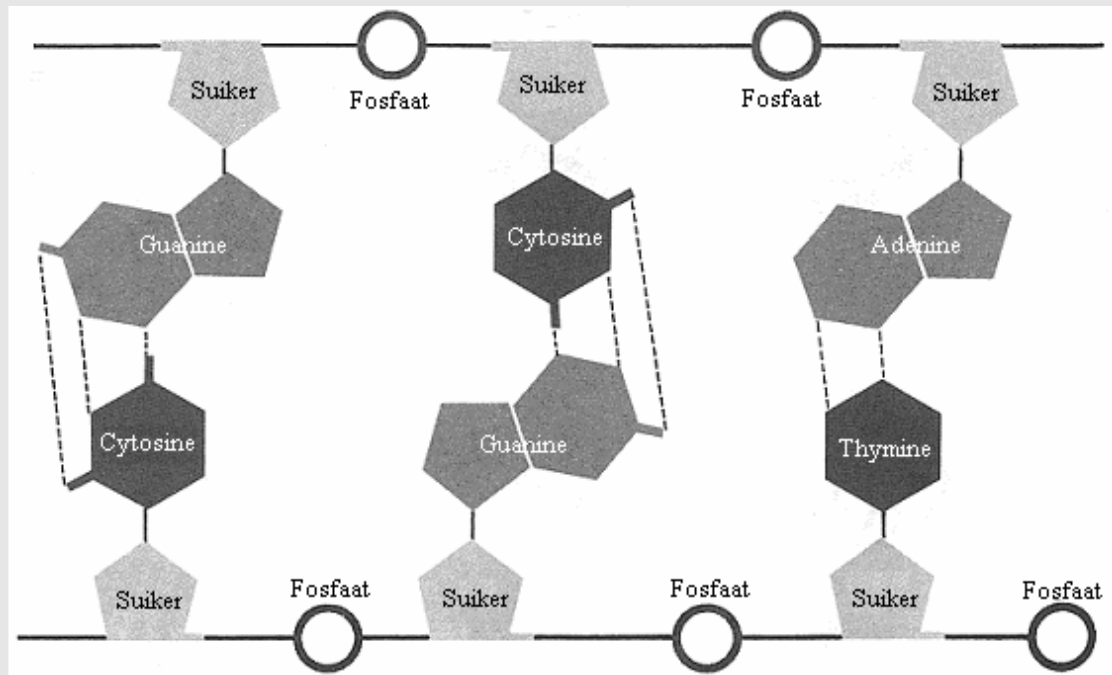
De treepanken of treden van de ladder zijn de essentiële “letters” van de taal van het leven. Deze zijn stikstof-samenstellingen die ook zuurstof, waterstof en koolstof bevatten. Er bestaan hiervan vier soorten in DNA. Zij worden *basen* genoemd.

Een base wordt aan elke suiker-molecule van de zijden van de ladder verbonden. Elke base strekt zich uit tot halverwege de andere kant van de spiraalvormige ladder en verbindt zich daar met een andere base die zichzelf op dezelfde manier vanaf de tegenovergestelde kant van de ladder uitstrekt. Samen vormen deze twee basen een *basepaar*. Zij kunnen worden gezien als de treden van de schroefvormige ladder.

Deze vier basen zijn de essentiële symbolen of letters van de code. De namen van de basen zijn: *adenine*, *guanine*, *thymine*, en *cytosine*.

Een basepaar bestaat uit twee *verschillende* basen, die verbonden worden door zwakke *waterstofverbindingen* waar zij zich in het midden van de schroef ontmoeten. In DNA vormt adenine altijd een paar met thymine, en guanine altijd met cytosine.

FIGUUR 9: Schematische figuur van de baseparen in de DNA dubbele schroef



Schematische afbeelding van baseparen in de dubbele schroef van het DNA. Gestippelde lijnen stellen waterstofverbindingen voor.

Figuren 8 en 9 zijn vrij naar “How Cells Make Molecules” door Vincent G. Allfrey en Alfred E. Mirsky. Copyright © September, 1961, Scientific American, Inc. Alle rechten voorbehouden.

Watson en Crick ontdekten dit *complementaire paringsmechanisme* van de basen. Door deze ontdekking kun je, als je weet welke base zich aan de éne kant van de spiraal bevindt, weten met welke base deze zich aan de andere kant verbindt. Alleen een bepaalde base zal daarmee een paar vormen om het basepaar te completeren. Door de initialen van de vier basen te gebruiken, kunnen we zeggen dat “A” altijd een paar vormt met “T,” en “G” altijd een paar vormt met “C”.

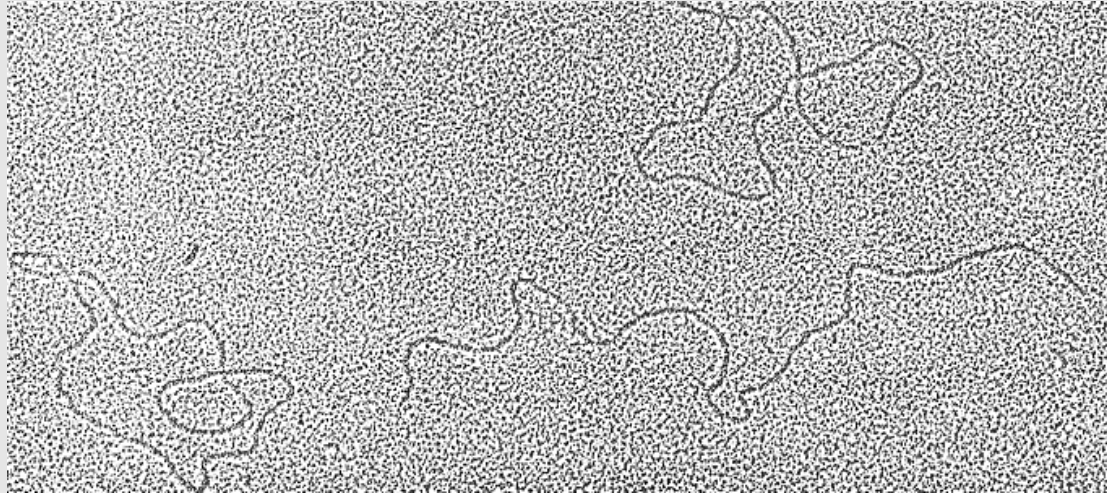
Een enkele base met zijn eigen sectie aan één kant van de ladder vormt een complete eenheid die een *nucleotide* wordt gevormd. Het bestaat uit een base, een deoxyribose suikermolecule en een fosfaat. Een basepaar met zijn secties aan beide zijden van de ladder is een *nucleotide-paar*. Een nucleotide-paar heeft meer dan 60 atomen. “De exacte volgorde van deze paren vormt het *genetische bericht* dat alle informatie bevat die noodzakelijk is om de specifieke structuren en functies van de cel te bepalen.”⁸

Dit completeert onze blik op de bouwstenen die de dubbele schroef van het DNA vormen.

Letters van de universele taal

Het essentiële deel van de DNA-schroef bevat de letters van de basen waaruit de code is samengesteld. Zoals in onze taal een eindeloze variëteit aan berichten kan worden samengesteld door de volgorde van de letters, zo kan dit ook in het geval van DNA gedaan worden. Zoals hierboven afgekort, zijn deze letters A, C, G, en T.

FIGUUR 10: Electronenmicroscop-foto van een DNA-molecule



Beschikbaar gesteld door Dr. Arthur Kornberg. Alle rechten voorbehouden

Hierboven zijn drie DNA-moleculen getoond. In de twee “cirkelvormige” moleculen is de dunne DNA-streng verbonden in de vorm van een lus, wat de normale situatie in bacteriën en virussen is. De getoonde moleculen bevatten misschien 5,000 baseparen of codeletters, wat voor DNA nogal kort is (de DNA-molecule van een bacterie kan duizend keer langer zijn, en het zou moeilijk zijn om deze in één afbeelding te tonen).

De bovenstaande electronenmicroscop-foto toont een dubbele DNA-streng die in een beroemd experiment door Arthur Kornberg aan Stanford University werd gevormd, en waarvoor hij een Nobelprijs heeft ontvangen. Het bestaat uit een synthetische dubbele streng DNA, die verkregen werd door eerst een hybride te maken van een streng van een bacteriële virus en een synthetische streng die gevormd werd door baseparen te vormen met deze patroonstreng. Er werd gebruikt gemaakt van geactiveerde nucleotiden, die de voorloper zijn van de bouwstenen van het DNA, en enzymes die door levende bacteriën werden geproduceerd. Elke streng in de figuur is in feite een dubbele ladder-achtige schroef, te klein om zelfs met de sterke vergroting die hierboven is gebruikt in detail te zien (ongeveer 78,700 diameters). Het is hun volgorde in de keten die het bericht draagt, net als de volgorde van de letters in deze getypte zin de achterliggende gedachte draagt.

Elke base heeft altijd dezelfde complementaire base aan de tegenoverliggende zijde. In zekere zin lijkt dit het aantal letters tot slechts twee te beperken als de baseparen aan beide zijden zouden kunnen worden gelezen. Voor zover we op dit moment uit onderzoek weten, lijkt het zo te zijn dat de code *slechts aan één kant* van de dubbele schroef wordt gelezen. Die zijde draagt het bericht dat omgezet moet worden, en de andere kant wordt de “nonsense kant” genoemd. Er zijn daarom dus vier bruikbare letters in plaats van twee in dit alfabet. (De zogenaamde “nonsense kant” heeft op zijn minst twee zeer belangrijke functies, zoals we zullen zien. Deze maakt het *replicatie*- of duplicatie-proces mogelijk, en geeft de cel ook de mogelijkheid om beschadigd DNA te repareren).

Van vier letters naar vierenzestig drietallen

In eerste instantie werd gedacht dat het onmogelijk zou zijn dat slechts vier symbolen zo’n grote variatie aan berichten zou kunnen dragen. Het DNA-systeem lost dit op dezelfde manier op als onze code die de vier nummers gebruikte. De symbolen van de code worden in groepen van drie gelezen. Elk drietal van basen wordt een *codon* genoemd. Dit systeem, waarin maar vier letters worden gebruikt die in groepen van

drie worden gelezen, is een wonderbaarlijk eenvoudig plan. Intelligentie combineert soms eenvoudige dingen om complexe resultaten te verkrijgen.

Het DNA lijkt altijd met drie letters tegelijkertijd te worden gelezen, in een bepaalde richting, zonder overlappingsen. Het lezen moet natuurlijk vanaf een bepaald startpunt beginnen.

De code in de dubbele schroef heeft geen verdelingen tussen deze drietallen. Als we dit vertaald naar onze initialen zouden afdrukken, dan zou dit er voor een bepaalde sectie van het DNA als volgt kunnen uitzien: AGTCAAGCAGGGTCTCCC. Zoals je kunt zien is het belangrijk om te weten waar te beginnen zodat het lezen van de codons van drie letters in het correcte kader plaatsvindt.

Vertalen naar proteïnes

Door middel van lange, geduldige observaties hebben biochemici gevonden welk codon, of trio, vertaald wordt tot welk aminozuur wanneer een proteïne-keten wordt gemaakt. Het is ontdekt dat in veel gevallen meerdere verschillende drietallen aan hetzelfde aminozuur worden toegekend. Drie van de vierenzestig codons geven aan dat het om een “einde van de keten” gaat. Deze dient als een ‘punt’ om de voltooiing van een proteïne aan te geven.

Het onderzoek gaat nog steeds verder om te ontdekken of er redenen zijn om meer dan één codon te gebruiken om hetzelfde aminozuur aan te geven. Er zijn bijvoorbeeld vier van zo’n codons die voor glycine coderen. Er worden aanwijzingen ontdekt die aangeven dat er een goede reden is om er meerdere te hebben.⁹ Er wordt vermoed dat codon-duplicaten te maken hebben met het tempo of de snelheid waarmee proteïnes gemaakt worden. Sommige aminozuren worden gecodeerd door wel zes verschillende codons – elk van deze wordt net als de anderen naar hetzelfde aminozuur vertaald. Aan de andere kant heeft het aminozuur methionine maar één codon, net als tryptofaan. Duplicaten kunnen “in sommige gevallen een regulerende factor” zijn.¹⁰

Hoe DNA zichzelf dupliceert

Laten we nu even kort het wonderbaarlijke proces van de *replicatie* van DNA zelf beschouwen. Dit is het vitale proces waarvan alle erfelijkheid afhankelijk is. Dit is de voortplanting op het moleculaire niveau. Zonder dit DNA kopie-makende proces zou het leven niet met continuïteit kunnen worden doorgegeven, of zelfs helemaal niet.

Francis Crick beschreef een aantal jaren geleden het voorafgaande probleem:

*“Er zijn nog steeds een aantal dingen in dit proces die we niet begrijpen, niet in het minst het feit dat de twee ketens niet zij aan zij liggen, maar om elkaar zijn gewonden, en dat deze om replicatie te kunnen laten plaatsvinden op een gegeven moment moeten worden uitgerold. Bovendien lijkt dit een zeer nauwkeurig proces te zijn.”*¹¹

Zij die de electronenmicroscopie-foto’s van het DNA hebben bestudeerd zullen het krullen, verdubbelen, verdraaien en slingeren hebben opgemerkt dat, vanuit ons oogpunt van observatie, heel gewoon lijkt in DNA-moleculen. Eenieder die ooit geprobeerd heeft om een microfoonkabel of een electriciteits snoer van een lamp te ontrafelen zal zich afvragen hoe de DNA-streng deze complexe prestatie ooit kan klaarspelen. Het moet zich voortdurend opsplitsen, hiermee twee dubbele schroef-ketens makend in plaats van slechts één langs de hele lengte van de molecule. Vergeet niet dat het DNA veel langer is dan de diameter van de cel, soms zelfs duizend keer zo lang!¹² Ideeën over hoe dit uitrollen kan plaatsvinden door rotatie terwijl de replicatie voortgaat worden koortsachtig onderzocht. Het is feitelijk gerapporteerd dat de rotatie tijdens dit uitrollen in bacteriën plaatsvindt met een snelheid van meer dan vijftienzeventig draaiingen per seconde per groeipunt.

Er zijn foto’s gemaakt van de DNA-molecule van het kleinste levende ding, waaraan we eerder hebben gerefereerd, de *Mycoplasma hominis H39*. Dit DNA komt voor in de vorm van een lange streng-achtige molecule, die verbonden is in een cirkel. De feitelijke replicatie werd terwijl deze plaatsvond gefotografeerd door H. R. Bode en Harold Morowitz aan Yale.¹³

De molecule begint zich op een bepaald punt op te splitsen in twee strengen, en de verdeling gaat blijkbaar door totdat er twee cirkelvormige DNA-lussen zijn in plaats van één. Deze splitsen zich vervolgens en worden dan het DNA voor twee dochtercellen. Dit is een ongelooflijk “wonder” wanneer je kijkt naar de ogenschijnlijke warboel van lange strengen gedurende het replicatieproces. Op de een of andere manier wordt dit succesvol uitgevoerd, met een ingebouwde wijsheid die we op dit ogenblik niet kunnen bevatten.

Bij het mechanisme is een *groeipunt* complex betrokken, die speciale proteïnes en mogelijk RNA bevat. Dit complex kan aan het celmembraan bevestigd zijn.

Complementaire paren zijn het geheim van replicatie

Het replicatieproces lijkt op de volgende manier te werk te gaan. Wanneer de twee strengen zich van elkaar afzonderen, worden de twee helften van de ladder opgesplitst (zie Figuur 11.) Elke “base” blijft dus zonder partner achter.

Verschillende celdelen die al eerder gemaakt zijn op basis van instructies van het DNA drijven nu rond in het “sap”. Onder deze vrij ronddrijvende onderdelen bevinden zich nucleotiden, klaar om samengevoegd te worden om een streng van de DNA-spiraal te vormen. De nucleotiden bevinden zich in een geactiveerde toestand, met extra fosfaten die hen van energie voorzien om de verbindingen aan te gaan.

Uit de massa van vrij ronddrijvende nucleotiden worden de correcte passende nucleotiden langs de zijden geplaatst van de opgesplitste strengen van het DNA dat zich aan het dupliceren is. Zoals we ons herinneren zal elke base slechts overeenkomen met de enige mogelijke partner-base van het tegenovergestelde type. Met de hulp van enzymes verbinden deze zich vervolgens met de bestaande streng en met elkaar. Wanneer dit proces is voltooid is het DNA weer een ladder-achtige, *dubbele* schroef. Beide helften van het origineel voeren de replicatie tegelijkertijd uit. Uiteindelijk worden beide een complete dubbele schroef. Complementaire paren zorgen ervoor dat deze identiek zullen zijn aan het origineel.

Dit is het geheim van erfelijkheid. Dit is de ingenieuze methode die leidt tot “zo vader zo zoon”, en waarmee het leven met continuïteit en nauwkeurigheid wordt overgeleverd aan de volgende generatie. We realiseren ons nog steeds nog maar nauwelijks hoe sterk alles afhangt van DNA, de enige manier om leven te dupliceren.

Wanneer ze verbonden zijn, beschermen de twee zijden van de schroef de basen die zich er tussen bevinden. Tijdens replicatie kan elke helft een complementaire kopie maken. Dit is waarom er twee zijden zijn in plaats van één.¹⁴ Toen Watson dit ontdekte zij hij dat het “te mooi was om niet waar te zijn”.¹⁵ Het is ook beschreven als “deze fraaie capaciteit van nucleïde-zuren om hun eigen replicatie te leiden.”¹⁶ Deze duplicatie is zo nauwkeurig dat deze zou overeenkomen met het schrijven van minder dan één foute letter bij het kopiëren van de complete set van de Encyclopaedia Britannica.¹⁷

De taal van het Leven samengevat

Laten we even stilstaan en de code en het bericht samenvatten, omdat we dit in het voorgaande nogal technisch moesten bespreken. De letters A, C, G, en T worden langs de spiraalvormige DNA-streng aaneengeschakeld. De letters worden in paren van drie gelezen. Elk drietal of codon van letters vertelt welk aminozuur er als volgende moet worden geplaatst om een proteïne-molecule te rangschikken. Drie van deze codons dienen als een ‘punt’ om aan te geven dat het “einde keten” betreft.

Deze wonderbaarlijk eenvoudige code is de taal van het leven. Thomas H. Jukes vertelt in zijn monumentale boek *Molecules and Evolution* (“*Moleculen en Evolutie*”) over een soort speciale proteïne (cytochroom *c*) die in alle levensvormen voorkomt, behalve in enkele van de eenvoudigste. In cytochroom *c* is de volgorde van de letters hetzelfde voor bepaalde delen in de keten in alle levenssoorten die onderzocht zijn. We zullen hier in hoofdstuk 12 op ingaan. Hij concludeert dat deze “nauwelijks meerdere honderden miljoenen jaren zou hebben kunnen doorstaan tenzij de code onveranderd bleef, en identiek in alle betrokken soorten.”¹⁸

Vele andere biologen hebben commentaar gegeven op dit verbazingwekkende feit dat de DNA-code zo universeel blijkt te zijn, dezelfde taal in elk wezen op aarde, of het nu een virus is, een olifant, of een denneboom.¹⁹

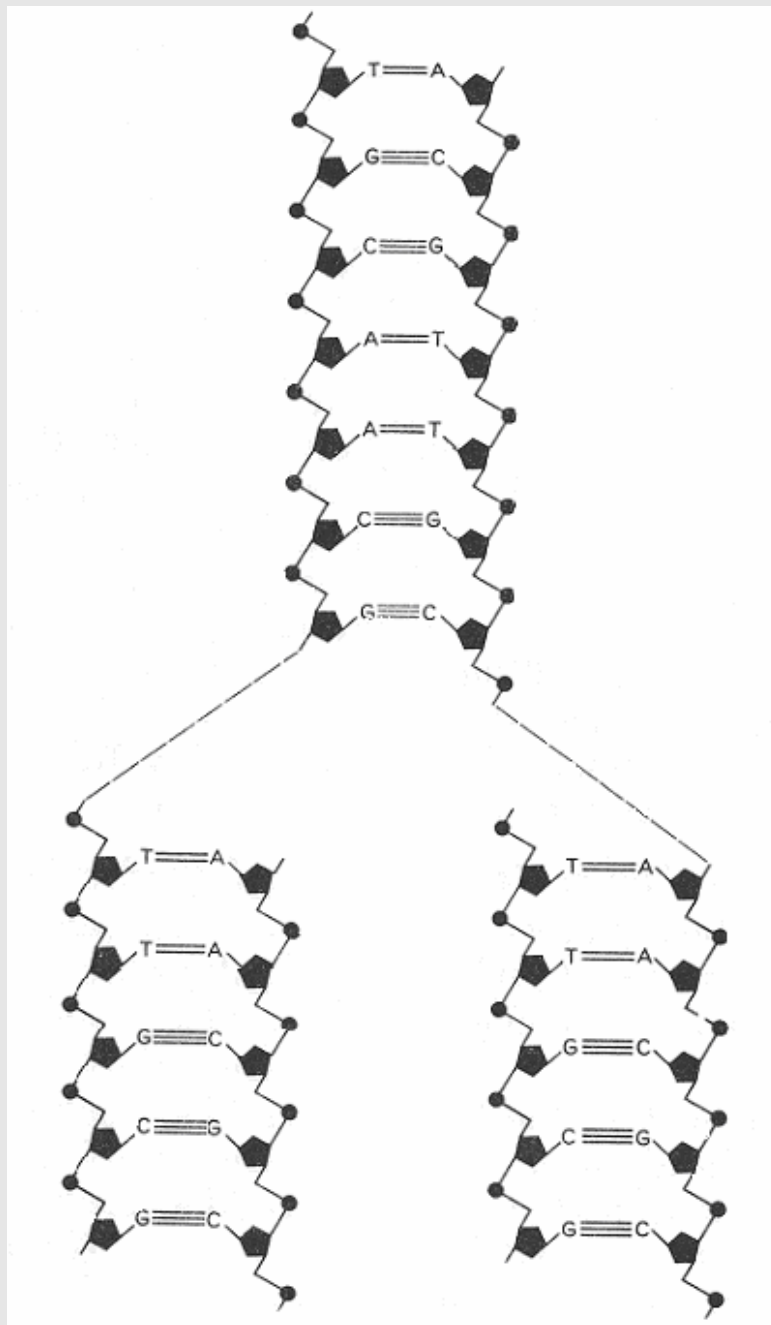
In al het leven op aarde “bevat de volgorde van deze nucleotiden de set van instructies voor de biochemische machinerie van de cel.”²⁰

Voordat we verder gaan om te bekijken hoe deze intrigerende taal door een zeer exact en zeer mooi proces wordt vertaald, kan het nuttig zijn om even te pauzeren en hier over na te denken.

Een taal duidt op een intelligente bron

Laat ons deze vraag beschouwen: Zou er, alle regels van de rede volgend, een code kunnen bestaan die een bericht overdraagt zonder dat iemand die code ontwikkelde?

FIGUUR 11: DNA-replicatie



DNA-replicatie of -duplicatie vindt plaats wanneer de ladder-achtige dubbele schroef zich in het midden opsplijst en langs elk van de opgesplitste helften een nieuwe streng wordt gevormd, hiermee dus twee complete ladders makend. Volgens de regels voor het vormen van baseparen, zal de nieuwe streng in elk geval identiek zijn aan de kant die er door wordt vervangen. De nucleotide-eenheden waaruit deze wordt gevormd zijn vooraf gefabriceerd en bevinden zich in geactiveerde vorm in de cel. Het verbinden wordt in zeer snel tempo door enzymen uitgevoerd, in tegengestelde richtingen in de beide strengen – continu in de ene en misschien in korte secties in de andere, dicht bij de splitsing.

Uit “The Synthesis of DNA” door Arthur Kornberg. Copyright © Oktober, 1968, Scientific American, Inc. Alle rechten voorbehouden.

Het lijkt vanzelfsprekend dat een dergelijk systeem van berichtgeving, dat als wijs en effectief wordt gezien, niet alleen een *intelligentie* vereist, maar ook een *persoonlijkheid* die er achter zit.

Wie schreef de DNA-code? Wie is de auteur van deze precieze taal? Er is geen evolutionaire verklaring die ook maar in de buurt komt van een adequaat antwoord. Professor Carl R. Woese zei dit erg vrijuit toen hij schreef, “We moeten tevreden zijn met een paar naïeve speculaties om de grote bres in de evolutie van de code te vullen.”²¹

Het enige wat logisch is om te doen, is om te luisteren naar de stem van de rede en te erkennen dat alleen God, de oneindige Persoon, die wonderbaarlijke *levende taal* zou kunnen schrijven!

¹ John C. Kendrew, *The Thread of Life* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1966), p. 104.

² Mede-ontdekker Watson noemde deze fascinerende chemische stof, zoals eerder gezegd, “de meest gulden van alle moleculen!”

³ 1969 *Yearbook of Science and the Future* (Britannica), p. 123.

⁴ Philip Handler, ed., *Biology and the Future of Man* (New York: Oxford University Press, 1970), p. 134.

⁵ Kendrew, *The Thread of Life*, p. 63.

⁶ We hadden natuurlijk elk van de alternatieven kunnen gebruiken, als meer dan één groep een bepaalde letter voorstelt.

⁷ Handler, ed. *Biology and the Future of Man*, p. 146.

⁸ Roger Y. Stanier, Michael Doudoroff, en Edward A. Adelberg, *The Microbial World*, 3e ed. (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1970), p. 267.

⁹ James Kan, Marshall W. Nirenberg, en Noboru Sueoka, “Coding Specificity of *Escherichia coli* Leucine Transfer Ribonucleic Acids,” *Journal of Molecular Biology*, Vol. 52 (1970), pp. 179-193. Zie ook:

Joseph Ilan, “The Role of tRNA in Translational Control of Specific mRNA during Insect Metamorphosis,” *Symposia on Quantitative Biology* (Cold Spring Harbor Laboratory, Long Island, N.Y., 1969), Vol. XXXIV, pp. 787-791.

¹⁰ Marshall W. Nirenberg, National Institutes of Health, persoonlijk telefoongesprek, Oktober, 1971.

¹¹ Francis H. C. Crick, *Of Molecules and Men* (Seattle: University of Washington Press, 1966), pp. 39, 40.

¹² Idem, p. 37.

¹³ Hans R. Bode en Harold J. Morowitz, “Size and Structure of the Mycoplasma hominis H39 Chromosome,” *Journal of Molecular Biology*, Vol. 23 (1967), p.198.

¹⁴ Het zorgt ook voor een ingenieus reparatie-mechanisme als één zijde beschadigd is, zoals we eerder aanduiden. (Philip C. Hanawalt en Robert H. Haynes, “The Repair of DNA,” *Scientific American*, Vol. 216 [Februari 1967], pp. 36-43). Deze procedure is zo complex dat sommige wetenschappers nu geloven dat tenminste vier verschillende genen benodigd zijn om alleen al de eerste stap te leiden. (Akira Taketo et al., “Initial Step of Excision Repair in *Escherichia coli*,” *Journal of Molecular Biology*, Vol. 70, No. 1 [September 14, 1972], pp. 1-14).

¹⁵ James D. Watson, *The Double Helix* (New York: Atheneum Press, 1968), p.210.

¹⁶ Handler, ed., *Biology and the Future of Man*, pp. 34, 38.

¹⁷ Berekend uit de volgende schatting: “De gemiddelde waarschijnlijkheid van een fout in de invoeging van een nieuwe nucleotide kan onder optimale condities zo klein zijn als 10^{-8} tot 10^{-9} .” (James Watson, *The Molecular Biology of the Gene*, 2e ed., [Menlo Park, Calif.: W. A. Benjamin, Inc., 1970], p. 297.)

¹⁸ Thomas H. Jukes, *Molecules and Evolution*, (New York: Columbia University Press, 1966), p. 73.

¹⁹ Virussen zouden niet succesvol kunnen functioneren als dit niet zo was. De code-woorden in een virus geven de opdrachten aan de “gastheer-cel” waarin het virus is binnengedrongen. Deze gecodeerde instructies worden op dezelfde manier uitgevoerd als wanneer de gastheer dezelfde opdracht met zijn eigen DNA had gegeven. (In het voorbijgaan kunnen we opmerken dat virussen het resultaat zouden kunnen zijn van de vloek die door de zonde in de wereld werd gebracht, zoals beschreven in Genesis 3:17, 18. Dit werd in het kort in een eerder hoofdstuk aangegeven.)

²⁰ Handler, ed., *Biology and the Future of Man*, p. 32.

²¹ Carl R. Woese, “The Biological Significance of the Genetic Code,” *Progress in Molecular and Subcellular Biology*, ed. F. E. Hahn (New York: Springer-Verlag, 1969), p. 27.

Hoofdstuk 9 – De opmerkelijke manier waarop de cel transcriptie van DNA uitvoert

*...om te dupliceren wat alleen God kon bedenken*¹
—Diane Rothstein

REGELMATIG BERICHTEN KRANTEN met vette koppen en met een variëteit aan bewoordingen dat wetenschappers er in geslaagd zijn om “leven te synthetiseren“ in laboratorium-experimenten. Maar wat gewoonlijk het geval is, is dat levende cellen ontleed zijn, waarna sommige van hun componenten weer in elkaar zijn gezet of gecombineerd met andere chemicaliën. In alle van deze experimenten tot dusver was een vitaal gedeelte van het succes afhankelijk van één of meer complexe onderdelen die hun oorsprong in echte levende cellen hadden gevonden. (Zelfs als de produktie van leven uit niet-levende chemicaliën in een laboratorium zou worden klaargespeeld, dan zou het een produkt zijn van intelligentie, niet van toeval.) C.L. Strong zei (1970), “Niemand heeft ooit leven gecreëerd in een laboratorium. De mogelijkheid dat een levensvatbaar organisme kan worden samengesteld is ontstellend klein. En toch blijven sommige onderzoekers geïntrigeerd door die kleine kans...”² Het bovenstaande citaat van Diane Rothstein had betrekking op dit soort experimenten.

Om onze kennis van het DNA-systeem op te vijzelen tot wat we nodig hebben om de waarschijnlijkheidstheorie te kunnen toepassen, zal dit hoofdstuk het fascinerende proces beschrijven waarmee DNA informatie omzet in acties.

DNA leidt de activiteiten van de cel

John Kendrew gebruikt deze passende vergelijking:

“Elk levend iets kan vergeleken worden met een gigantische fabriek, een fabriek die chemicaliën produceert, die energie en beweging produceert, en zelfs zichzelf reproduceert (iets waartoe de meeste fabrieken niet in staat zijn!) en wanneer men nadenkt over de manier waarop de produktielijnen in fabrieken zijn georganiseerd, dan is het meteen duidelijk dat dit complexe systeem van operaties niet zou kunnen plaatsvinden tenzij dit op een of andere manier georganiseerd is, ondergebracht in afzonderlijke compartimenten, en niet door elkaar gehusseld.

*In andere woorden, er moet een soort van organisatie bestaan in de structuur van een dier om het in staat te stellen om deze processen op een ordelijke manier uit te voeren.”*³

In deze parallel zou het DNA net als handboeken of blauwdrukken zijn, die in detail voorschrijven hoe elke operatie uitgevoerd moet worden, en in welke tijdsvolgorde.

In dat geval is het overduidelijk dat de informatie in DNA absoluut essentieel zou zijn. Dergelijke informatie zou absoluut nutteloos zijn als niet ook het gehele systeem van de assemblagefabriek aanwezig is, inclusief mensen of computers om de instructies ervan *te lezen en om te zetten in acties*.

De transcriptie van DNA naar RNA werkkopieën

Laten we Kendrew’s analogie van een industriële fabriek volgen. De DNA “master“ kopie van de produktie-blauwdrukken moet beschermd opgeslagen worden. Wat in de eerste plaats vereist is, is een manier om *werkkopieën* te maken van alleen die secties die op dat moment benodigd zijn. Deze tijdelijke kopieën kunnen dan naar de tumultueuze produktie-afdeling meegenomen worden, terwijl het DNA veilig in het kantoor blijft. Wanneer ze niet langer nodig zijn, worden de kopieën vernietigd.

De tijdelijke kopieën van delen van het DNA worden RNA genoemd, of, meer toepasselijk, *messenger-RNA* (“*Berichten-RNA*“), gewoonlijk geschreven als *mRNA*. RNA lijkt erg veel op DNA. Feitelijk heeft het dezelfde structuur als een helft van de DNA dubbele schroef, behalve in twee opzichten.

Het verschil in naamgeving vindt zijn oorsprong in een zeer klein verschil in de zijden van de strengen. RNA is de afkorting voor *ribonucleic acid* (“*ribonucleïde zuur*”). DNA is *deoxyribonucleic acid*. De kleine suikermoleculen die in RNA gebruikt worden zijn ribose-suiker. De suikermoleculen in DNA zijn *deoxyribose*, met één zuurstof-atoom minder (dit kleine verschil is zeer belangrijk voor leven. Het voorkomt dat DNA ontmanteld wordt door het enzym “*ribonuclease*,” dat mRNA-strengen uiteenrafelt wanneer hun tijdelijke taak is volbracht).

Er is nog een ander verschil. De vier RNA bases zijn dezelfde als die, die gebruikt worden in DNA, behalve dat RNA altijd *uracil* heeft in de plaats van *thymine*, dat daar erg op lijkt. RNA's vier bases zijn daarom adeninen, cytosine, guanine en uracil – A, C, G, en U.

De omzetting van DNA naar proteïnes wordt op een indirecte manier gedaan, via RNA. De reden hiervoor, zo hebben we aangeduid, is dat DNA, de vitale drager van erfelijke informatie van generatie op generatie, ten alle tijden veilig bewaard dient te worden. Deze master-kopie van de instructies wordt daarom in de nucleus (kern) van de cel gehouden of op een andere manier beschermd. De wijsheid hiervan mag duidelijk zijn.

Het transcriptieproces

Wanneer een transcriptie plaatsvindt van een sectie van het DNA naar RNA, verdeelt de DNA dubbele schroef zich op die locatie op in twee strengen. Vervolgens vormt zich een RNA-streng langs één van die strengen, op dezelfde manier waarop DNA-replicatie plaatsvindt.

In de celvloeistof bevinden zich grote aantallen van de individuele onderdelen die gebruikt kunnen worden om RNA-strengen te maken. Deze worden *ribonucleotiden* of RNA-nucleotiden genoemd. Elke individuele nucleotide zal overeenkomen met een specifiek type base in het gesplitste DNA.

Hetzelfde plan voor complementaire paarvorming wordt hier gehanteerd als wanneer DNA zichzelf dupliceert. Maar vergeet niet dat RNA uracil gebruikt in plaats van thymine. Wanneer RNA langs een DNA-streng wordt gevormd, dan zal het DNA-adenine een paar vormen met het RNA nucleotide uracil. Dit zijn de mogelijkheden voor paarvorming:

DNA Adenine	vormt een paar met	RNA Uracil	(A -U)
DNA Cytosine	vormt een paar met	RNA Guanine	(C -G)
DNA Guanine	vormt een paar met	RNA Cytosine	(G -C)
DNA Thymine	vormt een paar met	RNA Adenine	(T -A)

Omdat DNA omgezet wordt naar RNA met het doel om werkzaamheden in de cel uit te voeren, worden de codes meestal geschreven in de mRNA vorm, in plaats van in de DNA vorm. In zekere zin kan de DNA versie beschouwd worden als het “negatief“ waarvan de positieve afdrukken worden gemaakt, dat wil zeggen de RNA kopieën. Codelijsten worden daarom weergegeven in de RNA vorm, zoals op pagina 84.

In hoofdstuk 8 werd getoond dat de DNA-code blijkbaar aan slechts één zijde van de dubbele schroef wordt gelezen. Dat is de zijde die dient als de patroonstreng wanneer de RNA er langs wordt gevormd door middel van de formatie van een basepaar.

Wanneer de RNA-nucleotiden zich tegenover de overeenkomende DNA-basen positioneren worden zij aan elkaar verbonden door een speciaal enzyme. Dit enzym wordt in bijna alle cellen gevonden⁴ en wordt *RNA polymerase* genoemd. Het is in hoge mate verantwoordelijk voor de precisie en de betrouwbaarheid van het kopiëerproces. Er is bewijs dat deze kopiëernaauwkeurigheid zo precies is dat het zou kunnen overeenkomen met een typist die slechts één tikfout maakt in het tikken van tussen 7 en 700 pagina's.⁵ Wat de kopiëersnelheid betreft, in bacteriën kunnen *tot 30 of 40 nucleotiden per seconde* worden toegevoegd aan de zich vormende RNA-streng.

Wanneer de RNA-kopie is gevormd langs de DNA-patroonstreng of sjabloon, dan begint het zich onmiddellijk progressief af te scheiden van het DNA. De twee DNA-strengen voegen zich dan weer samen om zo terug te keren naar de normale dubbele schroef-toestand.⁶

Alvorens verder te gaan met wat er vervolgens gebeurt met de RNA-kopie, zijn er twee vragen die naar boven komen. Wanneer worden kopieën gemaakt, en waar beginnen zij op het DNA-sjabloon?

Uitgeschakelde genen en verfijnde bedieningssytemen

Hoewel er nog veel geleerd moet worden, is het nu duidelijk dat een uitgebreid en exact controlesysteem de timing en de locatie van de RNA-transcripties reguleert.

Het gedeelte van het DNA dat de volgorde van een bepaalde proteïne-streng codeert wordt een *gen* genoemd. Genen moeten uitgeschakeld worden wanneer zij niet nodig zijn of er zou een volstreekte chaos ontstaan door overproductie van artikelen. Terwijl onderzoek voortdurend informatie blijft toevoegen, is het nu duidelijk dat vele genen in een “uit“ stand worden gehouden door *repressor*-moleculen die op hun beurt gecodeerd worden door *regulator*-genen. De taak van een repressor is om zich aan het DNA te binden op een *operator*-locatie, hiermee voorkomend dat dat gen in de vorm van RNA wordt gekopiëerd. Dit

complexe systeem omhelst twee of meer werkwijzen. Eén van deze technieken maakt gebruik van *inductors*, waarvan vele verschillende soorten bestaan.

Een inductor molecule zal zich middels zwakke verbindingen samenvoegen aan een specifieke repressor, en dit weerhoudt de repressor er van om zich aan een gen vast te zetten. Tengevolge hiervan kan de repressor het gen niet uitschakelen, en dus begint RNA polymerase met de transcriptie van dat gen en doet dit door te starten op een plaats die de *promotor* wordt genoemd. Hier is een voorbeeld. Veronderstel dat een lactose-suiker aan de buitenkant van de cel van een *Escherichia coli* bacterie is aangekomen. Een inductor zal zich dan hechten aan de repressor die de genen bedienen die enzymen produceren om lactose te verwerken. Tengevolge hiervan worden de genen omgezet in RNA en de proteïnes worden gevormd om de lactose de cel binnen te halen en dit te verwerken als voedsel voor de cel. Het is in feite gecompliceerder dan dit, maar op deze ingewikkelde manier begint de transcriptie op de juiste plaats aan het begin van een gen en gaat door over de lengte van één of meerdere genen.⁷

Een alternatief systeem werkt als volgt: Wanneer er genoeg moleculen voorhanden zijn van een specifiek type dat door de cel gebruikt wordt, dan zal één van die moleculen zich verbinden met een repressor en daarmee ervoor zorgen dat de repressor zich op de operator-locatie aan het DNA vastzet en het gen uitgeschakeld houdt omdat het produkt niet verder nodig is vanwege de reeds aanwezige voorraad. In dit geval is de molecule die zich aan de repressor vastzette een voorbeeld van een type dat volop voorhanden is oftewel een gerelateerde metaboliet is, en zo'n molecule wordt *corepressor* genoemd.

Er is eveneens een opmerkelijk terugkoppelingssysteem dat in metabolische strengen bestaat, en dat overproductie voorkomt zonder hierbij een repressorsysteem op het gen-niveau te betrekken. Dit werkt via een mechanisme dat *allosterische inhibitie* van enzymen in de streng wordt genoemd. Een eindprodukt-molecule van die streng kan reageren met een enzym aan het begin of op een belangrijk verbinding van de streng, waardoor de enzym van vorm verandert. Dit heeft tot gevolg dat de enzym niet meer in staat is om in zijn gewoonlijke rol te functioneren als een enzyme-katalysator die de streng zijn gang laat gaan.⁸

“Ribosomen” die de RNA-kopie verwerken

Wanneer een mRNA-kopie is gemaakt van een gen of een operon, dan is het werk eigenlijk maar pas begonnen, net als wanneer een kantoorwerker in een industriële fabriek kopieën heeft gemaakt van de blauwdrukken op het verzoek van een voorman in de produktiehal. De instructies moeten dan gelezen worden en in acties worden omgezet in de assemblagelijnen van de cel. De juiste aminozuren moeten in de geschikte volgorde worden gebracht en samengevoegd worden om de benodigde proteïne-keten te vormen.

We kunnen ons de volgende sleutelfiguur voorstellen als de voorman van een produktielijn met een complexe assemblagemachine. De voorman regelt het zo dat verscheidene arbeiders de kopie van de instructies lezen en hem dan de benodigde artikelen in de correcte volgorde brengen zodat hij ze samen kan stellen, gebruikmakend van de machinerie die hij voor dat doel ter beschikking heeft.

In de cel staat deze sleutelfiguur bekend als een *ribosoom*. Dit vervult de rol die zojuist beschreven is – de rol van voorman met assemblage-machinerie. Een ribosoom is een zeer klein object dat gemaakt is uit proteïnes en RNA. Het lijkt een beetje op een volleybal die tegen een basketbal zit aangedrukt. Wat het doel ervan betreft: dit deeltje coördineert de vertaling van genetische informatie in de volgorde van de nucleotide-basen in het mRNA (omgezet vanuit de DNA-molecule, het gen) naar de volgorde van de aminozuren in elke proteïne die in de cel vervaardigd wordt.⁹

Wanneer een mRNA kopie gemaakt wordt langs het DNA, worden één of meerdere ribosomen aan het begin ervan gepositioneerd. Vervolgens beweegt elk ribosoom zich langs de lengte van het mRNA en vertaalt de RNA-drietallen of codons zodat deze aangeven welke aminozuren moeten worden geassembleerd en vastgemaakt in dezelfde volgorde als de gecodeerde volgorde. Deze verbazingwekkende en efficiënte operatie vindt plaats bij elke ribosoom assemblage-machine.

Als een bepaald codon GGC is, bijvoorbeeld, dan wordt een glycine-molecule (de kleinste van de aminozuurtypen) naar het ribosoom gebracht. Het is alsof de ribosoom-voorman een arbeider in de assemblage-afdeling binnenlaat, en wel een arbeider die over de glycine-voorraad gaat en die een glycine-molecule draagt, omdat de instructies in de code specificeren dat het volgende aminozuur dat verbonden moet worden glycine moet zijn.¹¹

FIGUUR 12: De genetische code in alfabetische volgorde ¹⁰

De 64 Codons en Hun Aminozyur Aanduidingen

AAA Lysine	CAA Glutamine	GAA Glutamisch zuur	UAA Einde keten
AAC Asparagine	CAC Histidine	GAC Aspartisch zuur	UAC Tyrosine
AAG Lysine	CAG Glutamine	GAG Glutamisch zuur	UAC Einde keten
AAU Asparagine	CAU Histidine	GAU Aspartic acid	UAU Tyrosine
ACA Threonine	CCA Proline	CCA Alanine	UCA Serine
ACC Threonine	CCC Proline	CCC Alanine	UCC Serine
ACC Threonine	CCC Proline	CCG Alanine	UCC Serine
ACU Threonine	CCU Proline	CCU Alanine	UCU Serine
ACA Arginine	CCA Arginine	CGA Glycine	UCA Einde keten
ACC Serine	CCC Arginine	CCC Glycine	UCC Cysteine
ACG Arginine	CCC Arginine	CGG Glycine	UCC Tryptofan
ACU Serine	CCU Arginine	CGU Glycine	UGU Cysteine
AUA Isoleucine	CUA Leucine	CUA Valine	UUA Leucine
AUC Isoleucine	CUC Leucine	CUC Valine	UUC Fenylalanine
AUC Methionine	CUC Leucine	CUC Valine	UUG Leucine
AUU Isoleucine	CUU Leucine	CUU Valine	UUU Fenylalanine

Aminozyuren in alfabetische volgorde met hun code-aanduidingen

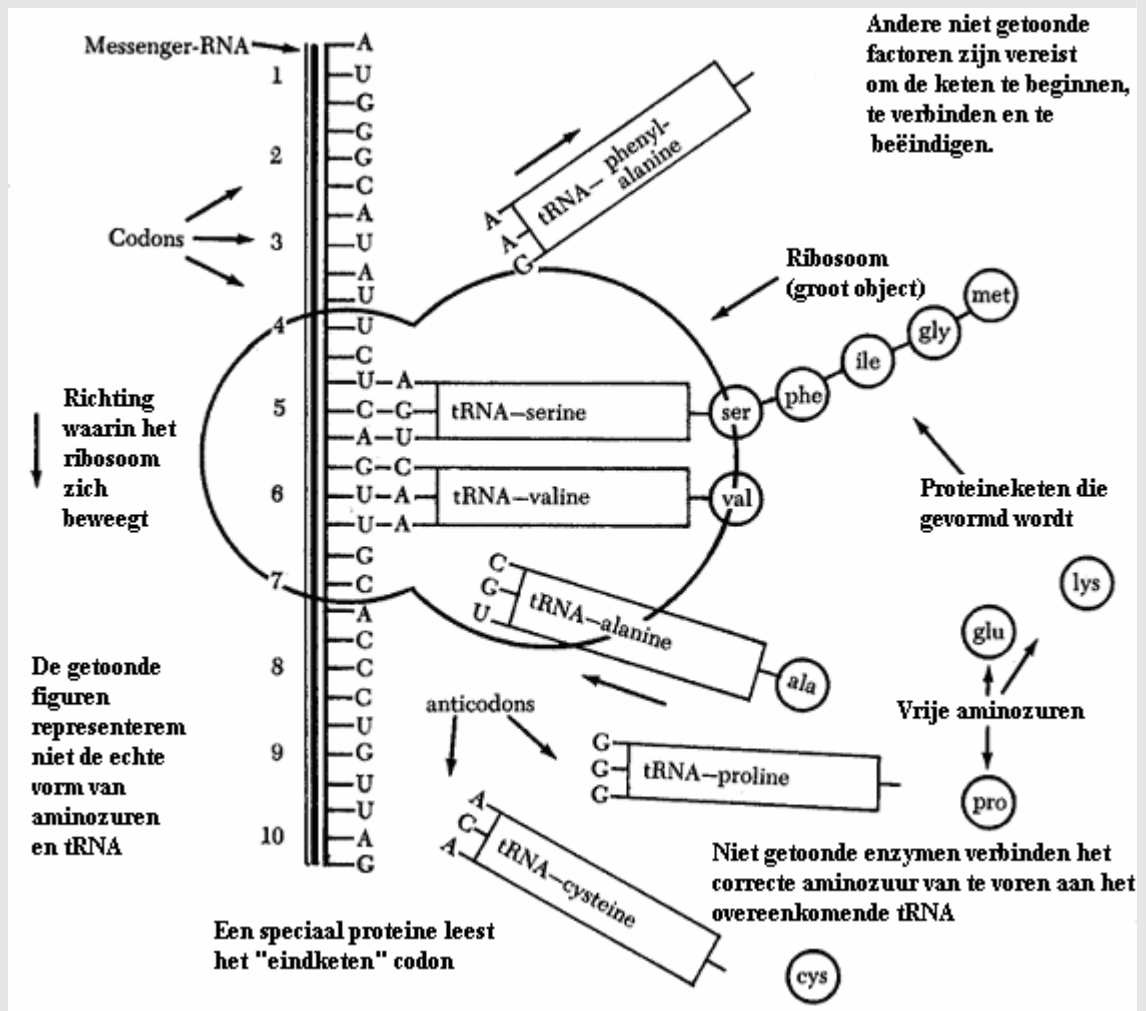
Alanine	GCA, GCC, GCG, GCU
Arginine	AGA, AGG, CGA, CGC, CGG, CGU
Asparagine	AAC, AAU
Aspartisch zuur	GAC, GAU
Cysteine	UGC, UGU
Glutamischh zuur	GAA, GAG
Glutamine	CAA, CAG
Glycine	GGA, GGC, GGG, GGU
Histidine	CAC, CAU
Isoleucine	AUA, AUC, AUU
Leucine	CUA, CUC, CUG, CUU, UUA, UUG
Lysine	AAA, AAG
Methionine	AUG
Fenylalanine	UUC, UUU
Proline	CCA, CCC, CCG, CCU
Serine	AGC, AGU, UCA, UCC, UCG, UCU
Threonine	ACA, ACC, ACG, ACU
Tryptofan	UGG
Tyrosine	UAC, UAU
Valine	GUA, GUC, GUG, GUU
Einde keten	UAA, UAG, UGA

Transfer-RNA, het transportvoertuig voor aminozuren

Wanneer het mRNA door het ribosoom wordt verwerkt om de aminozuren tot een proteïne samen te stellen, hoe worden deze aminozuren dan feitelijk in de correcte volgorde gebracht? Er lijkt geen ingeboren aantrekkingskracht of affiniteit te bestaan tussen een aminozuur en de RNA letters die ervoor coderen.

In het vroege onderzoek na de Watson-Crick doorbraak werd het duidelijk dat er intermediaire componenten moesten zijn die de aminozuren in de correcte volgorde naar het ribosoom brengen. Twee van zo'n vitale bemiddelaars werden uiteindelijk aangetroffen. Eén ervan dient als een transportmolecule. Deze wordt *transfer-RNA* genoemd en is een andere vorm van RNA dan die eerder is beschreven. Transfer-RNA, geschreven als *tRNA*, is een relatief korte DNA-keten die zo'n vijfenzeventig tot tachtig ribonucleotiden bevat. De RNA-streng vouwt zichzelf dubbel en vormt op sommige plaatsen baseparen met zijn eigen keten. De globale vorm van een tRNA-molecule lijkt enigszins op een sleutel of een klaverblad.

FIGUUR 13: Translatie, of proteïne-synthese



Messenger-RNA dat naar een proteïne vertaald wordt terwijl een ribosoom zich er langs beweegt

Terwijl elk codon of drie-letter code wordt gelezen, nadert een transfer-RNA-molecule met een anticodon die een basepaar met die letters zal vormen. Dit tRNA draagt zijn overeenkomende aminozuur dat ermee verbonden is door zijn vertaal-enzyme. Wanneer het tRNA door het ribosoom verwerkt wordt, wordt het aminozuur aan de zich vormende proteïne-keten verbonden in de volgorde die wordt opgedragen door de mRNA-volgorde van de codeletters, die op hun beurt via transcriptie van de DNA "master" kopie tot stand waren gekomen. Dit complexe proces vindt plaats met een fantastische snelheid en precisie, en is opmerkelijk eender in alle bekende levende dingen, van amoebes tot mensen. Recent bewijs lijkt aan te geven dat zowel transcriptie als replicatie vaak geassocieerd kunnen worden met celmembranen, waaronder het *endoplasmisch reticulum*.

Als tRNA zijn werk op een correcte manier moet uitvoeren, moet de vorm zeer nauwkeurig zijn, en dit lijkt deels af te hangen van de juiste temperatuur en de juiste concentratie van bepaalde ionen (d.w.z. magnesium en sodium) in de celvloeistof.

Transfer-RNA is perfect uitgerust voor zijn missie. Ten eerste verbindt elk tRNA-type zich maar met slechts één van de twintig aminozuur-varianten. Ten tweede levert de specifieke tRNA-molecule dat aminozuur in de correcte volgorde af om de proteïne te vormen. Dit is mogelijk omdat de tRNA-molecule aan één uiteinde een speciale drie-letter code heeft die overeenkomt met het mRNA-codon dat dat bepaalde aminozuur specificiert. Wanneer deze complementaire codons samenkomen bij de vorming van een basepaar, dan bevindt het aminozuur dat door het tRNA wordt getransporteerd zich dus in een positie om in de correcte volgorde aan de groeiende proteïne-keten verbonden te worden. Dit alles vindt plaats bij het ribosoom, dat als een mobiele assemblagemachine werkt terwijl het zich langs de mRNA-streng beweegt (of terwijl het mRNA-lint zich door het ribosoom beweegt). Er moeten voldoende tRNA-soorten aanwezig zijn om er één te laten overeenkomen met elk van de twintig typen aminozuren. Bovendien moeten er voldoende soorten aanwezig zijn om elk van de éénenzestig codons te lezen die de aminozuren aanduiden. Recent onderzoek is de leemten in deze richting aan het opvullen. Er zijn feitelijk aanwijzingen dat er meer dan genoeg soorten aanwezig kunnen zijn om het aantal codons te evenaren.¹² Er is een geval bekend waarin twee verschillende soorten tRNA gebruikt worden voor hetzelfde codon, maar vanwege een bijzondere reden. Eén van de twee dient er alleen voor om de proteïne-keten te *initiëren* – dit is geobserveerd in bacteriën.¹³ Het is ook mogelijk dat een tRNA meerdere codons zou kunnen lezen (“wobble theory“, oftewel “slingertheorie“).

De enzym “vertaler”

Het tweede intermediair dat betrokken is bij het aanleveren van de aminozuren voor een correcte assemblage is misschien zelfs nog crucialer. Er lijkt geen natuurlijke aantrekkingskracht te bestaan tussen een aminozuur en zijn eigen transfer-RNA, dus iets moet deze twee samenbrengen. Het is alsof er twee talen zijn en geen van beide partijen de ander begrijpt tenzij er een vertaler is om het gat te overbruggen. Deze essentiële taak wordt uitgevoerd door een bijzondere groep van enzymen die overeenkomen met de verschillende tRNA's en aminozuren. Eén onderdeel van zo'n enzym past alleen bij zijn eigen specifieke soort aminozuur en geen enkel ander. Een ander deel van het enzym kan een interactie aangaan met zijn eigen specifieke type tRNA. In gewone taal kan het als volgt worden beschreven: het enzym grijpt zijn aminozuur en zijn tRNA en verbindt de twee aan elkaar.¹⁴

Het vertalingsproces samengevat

Om alle onderdelen van het proteïne-vormende complex in een verkorte, eenvoudige omschrijving te verbinden, beginnen we met het DNA dat een “master“ of origineel is dat de instructies voor cel-activiteiten bevat. Als er een noodzaak voor is, dan worden delen van de DNA-instructies gekopieerd en naar de cel verzonden in de vorm van “messenger-RNA“.

Dit mRNA-lint beweegt zich dan door één of meerdere ribosomen die de gecodeerde instructies “lezen“ met behulp van transfer-RNA-moleculen die de afzonderlijke aminozuren aanleveren waar de code om vraagt. Deze tRNA's werden op voorhand geladen met de afzonderlijke aminozuren met behulp van overeenkomende vertaler-enzymen.

Terwijl het ribosoom langs het mRNA-lint voortschrijdt worden de aminozuren tot een proteïne-keten verbonden in de volgorde waar de drie-letter RNA-codes om vragen. De resulterende proteïne wordt vervolgens losgelaten om zijn specifieke taak in de cel uit te voeren, gemaakt zoals in eerste instantie werd opgedragen door de codon-volgorde in de master-DNA blauwdruk.

De proteïne die op deze manier is gevormd kan een enzym zijn die werkzaamheden moet uitvoeren, zoals de taak die zojuist is beschreven van de bijzondere enzymen om twee specifieke typen moleculen samen te voegen. Maar het kan ook zo zijn dat dit een structurele proteïne is, of misschien een hormoon, of een gespecialiseerde proteïne zoals hemoglobine. Het DNA voert vrijwel al het werk om de cel draaiende te houden uit door opdrachten te geven voor de productie van verschillende soorten proteïnes en verschillende soorten RNA-moleculen. Op hun beurt zijn deze zo slim vervaardigd dat zij zichzelf automatisch in de correcte vorm en positie rangschikken en vervolgens hun taak uitvoeren in de continue processen van het leven in de cel. Er bestaan misschien wel zo'n 5,000 verschillende soorten moleculen in een enkele cel, waarvan vele proteïnes zijn.

Nieuwe ontdekkingen onthullen zelfs nog meer precisie

Voor iedereen met een interesse in de biologie is het proteïne-synthetiserende mechanisme dat hier beschreven is fascinerend en intrigerend. Het geduld wordt op de proef gesteld door het wachten op verdere experimenten die de gaten in de aanwezige kennis zouden kunnen opvullen. En met het voortgaan van het onderzoek wordt het plan voor het functioneren van de cel verbazingwekkender dan ooit.

In 1969 bijvoorbeeld berichtten biochemici aan het Weizmann Institute of Science in Israël dat meerdere speciale enzymen vereist zijn om messenger-RNA met het ribosoom te verbinden voordat de proteïne-synthese kan beginnen. Zij vestigden de aandacht op “de complexiteit van dit concept... het mechanisme dat een correcte initiatie van de proteïne-keten verzekert en daarmee een accurate vertaling van de genetische code.”¹⁵

Bovendien leverden twee andere onderzoekers bewijs dat ook bij het afbreken van een proteïne één of meer speciale proteïnes betrokken zijn.¹⁶

Verder zijn er nog vele andere speciale factoren betrokken in het hoofdproces van proteïne-synthese, waaronder een enzym dat nodig is voor de binding tussen het tRNA en het ribosoom op zijn eerste positie (ofwel “A” positie), en een andere “transfer factor” om dit tRNA naar de tweede positie (ofwel “P” positie) te verplaatsen.

Tussen deze twee gebeurtenissen wordt de vitale verbinding van de vormende keten aan het nieuwe aminozuur tot stand gebracht door de formatie van de peptide bond op de “A” locatie door een speciaal enzym, waarvan blijkbaar slechts één kopie per ribosoom bestaat en dat onderdeel is van het grotere (50-8) ribosoom deeltje. Het is ontdekt dat ook magnesium, GTP (vergelijkbaar met ATP) en diverse andere stoffen betrokken zijn in de proteïne-formatie. Een groot gedeelte van dit proces moet nog opgehelderd worden, maar het bovenstaande geeft een idee van de werking zoals die er op dit moment uitziet.

Uitermate georganiseerde efficiëntie in een complex systeem

Het wordt steeds duidelijker hoe uitermate geïntegreerd, complex en effectief het systeem is dat nodig is in levende dingen. Dit geldt voor zowel de meest eenvoudige levende cel die we kennen als voor de cellen van het menselijk lichaam. In de wetenschappelijke literatuur wordt de hoogste lof voor dit wonderbaarlijke systeem uitgesproken door enkele van de wetenschappers die het het beste kunnen weten.

Atoomfysicus George Gamow was betrokken in pogingen om de DNA-code te kraken na de eerst Watson-Crick doorbraak. Hij had zelfs de hulp ingeroepen van twee cryptologen die overheidsexperts waren op het gebied van het kraken van geheime codes. Gamow sprak lovende woorden over wat hij in populaire terminologie “gen-moleculen” noemde:

“Inderdaad, wanneer men enerzijds de opmerkelijke duurzaamheid van genen in beschouwing neemt, die bijna zonder enige afwijking de eigenschappen van een bepaalde soort over duizenden generaties doorgeven, en anderzijds het relatief kleine aantal individuele atomen waaruit een enkel gen bestaat, dan kan men het als niets anders dan een goed geplande structuur beschouwen, waarin elk atoom of groep van atomen zich in zijn voorbestemde plaats bevindt.”¹⁷

Het is tragisch dat een briljant man als George Gamow zichzelf nooit toestond om toe te geven dat er een Planner achter deze “goed geplande structuur” moet hebben gezeten.

In verband met Gamow’s bewondering voor de opmerkelijke stabiliteit van het gecodeerde bericht die een nauwkeurige erfelijkheid mogelijk maakt, is het interessant om op te merken dat Professor Thomas Jukes, een vurig atheïst, verklaarde: “Het doel van het leven is de instandhouding van de basenvolgorde.”¹⁸ In de conclusie van zijn boek, *Molecules and Evolution* (“Moleculen en Evolutie”), groeit hij op de manier van een toegewijd materialist uit tot in het religieuze. Jukes lijkt DNA het object van zijn aanbedding te maken, hierbij het volgende poëtische segment in proza uitdrukkelijk. Na evolutie (door random veranderingen en natuurlijke selectie) krediet te geven voor de ontwikkeling van het leven tot de huidige toestand, zegt hij:

“MAN: Vijfhonderd miljoen jaar geleden, een miljard jaar geleden, werden de lange moleculen met elkaar verbonden in poelen lauwwater.

Fosfaat, suiker, fosfaat, suiker, fosfaat; A,C,T, en G; A, G, en T...

(Vijfhonderd miljoen jaar, een miljard jaar later bereikten deze lange staven, de onsterfelijken nooit veranderend, de sterfelijken altijd veranderend, de dag waarop –door wat zij hadden bewerkstelligd- zij zichzelf zagen als in een spiegel).“¹⁹

Bron van het systeem

Hoe heeft dit verbazingwekkende systeem tot stand kunnen komen? De enige antwoorden die een evolutionist heeft zijn vaag en onbevredigend wanneer deze nader onderzocht worden. Crick deed zijn best om dit probleem uit te leggen, in overweging nemend dat hij duidelijk niet wilde erkennen dat er een bovennatuurlijk element in betrokken is. Hier is zijn verklaring:

“Het zijn de volgende stappen die moeilijk lijken, en die niet gemakkelijk te bestuderen zijn. Op het moment waarop natuurlijke selectie begon, waren er toen alleen aminozuren en geen proteïnes? Of, andersom, waren er slechts proteïnes en geen aminozuren? Het probleem van deze alternatieven is dat als we alleen proteïnes hadden, dan is het niet gemakkelijk om een eenvoudig replicatieproces voor te stellen, terwijl als we alleen nucleïdezuren hadden (die de replicatie gemakkelijk maken) dan is het moeilijk om in te zien hoe nucleïdezuren de benodigde katalytische activiteit konden leveren. Een derde mogelijkheid, die voor mij veelbelovend lijkt, is dat zowel nucleïdezuren en proteïnes bestonden toen natuurlijke selectie begon, en dat de synthese van proteïnes gekoppeld was aan nucleïdezuren zoals dat vandaag de dag ook gebeurt. Op het eerste gezicht lijkt het hoogst onwaarschijnlijk dat dit gecompliceerde mechanisme door toeval zou kunnen zijn ontstaan, maar het is zeer wel mogelijk dat een primitieve versie ervan op die manier begon en – hoewel het niet perfect was- toch nauwkeurig genoeg was om het systeem in staat te stellen om te beginnen te werken.

De echte moeilijkheid wat betreft de oorsprong van het leven is dat het experimentele bewijs dat aantoont wat lang geleden gebeurde is verdwenen. Het enige dat we nog hebben is een bepaalde hoeveelheid bevroren geschiedenis in de organismen zoals we deze vandaag de dag zien. Dit maakt het wetenschappelijk zeer moeilijk, omdat het onvermijdbaar is dat er meer theorieën zullen zijn dan feiten om ze te weerleggen.”²⁰

Het zorgvuldig opnieuw lezen van dat citaat en een bedachtzame overweging van het onderwerp onthullen dat zijn verklaring dat het “zeer wel mogelijk“ is in feite niks anders is dan een greep in het duister. Meer recentelijk heeft Dr. Crick uitvoeriger geprobeerd om een evolutionair plan te bedenken voor de oorsprong van de code en de proteïne-synthese.²¹ Na nijvere inspanningen weet hij de lezer geen plausibel concept te tonen.

Oparin's boeken nemen de noodzaak voor een gedetailleerd model in beschouwing. Maar de complete hoop op succes in zijn plan berust op natuurlijke selectie. Dit zou moeten plaatsvinden voordat er processen bestonden om nauwkeurige kopieën van de componenten te maken. Slechts een vaag en inexact soort van toevallige splitsing wordt voor die fase vermeldt. Zoals we gezien hebben is natuurlijke selectie onmogelijk zonder nauwkeurige duplicatie van alle noodzakelijk componenten.

Bioloog Gary E. Parker gebruikt de volgende toepasselijke analogie:

“Geen enkel onderdeel van een vliegtuig kan zelfstandig vliegen. Alleen een compleet vliegtuig kan vliegen. Een vliegtuig, zo lijkt het, is een hoop niet-vliegende onderdelen die georganiseerd zijn om te vliegen... Geen enkel moleculair onderdeel van een levende cel kan zelfstandig leven. Alleen de cel als geheel kan leven. Een levende cel, zo lijkt het, is een hoop niet-levende moleculen georganiseerd om te leven. Organisatie, niet materie, lijkt het verschil te zijn tussen leven en niet-leven.”²²

Evolutie heeft geen oplossing voor de oorsprong van het leven

Professor Parker legt uit waarom het leven niet spontaan zou kunnen zijn gestart, of men nu eerst proteïnes in overweging neemt, of eerst DNA, of beiden.

“Er is één ding dat proteïne-moleculen niet kunnen: reproduceren. Reproductie is de functie van DNA. DNA kan zichzelf reproduceren.. en DNA kan proteïnes reproduceren..

Maar, DNA kan noch zichzelf nauwkeurig reproduceren noch proteïnes maken zonder een legioen helpers, waaronder verscheidene reeds bestaande proteïne-moleculen. Dus, het leven is daadwerkelijk afhankelijk van de relatie tussen DNA en proteïne-DNA (of gerelateerd nucleïdezuur) voor reproductie en afhankelijk van proteïnes voor structuur en functie. Deze DNA-proteïne relatie is de basis voor leven in virussen en alle ons bekende levensvormen.²³

Een ander onmogelijk dilemma in het op natuurlijke wijze uitleggen van het leven is beschreven op pagina 91 in voetnoot 17. De lezer kan er de voorkeur aan geven aan die beschrijving te refereren, omdat er

geen echte oplossing voor dat probleem bestaat. Om dit in het kort te beschrijven: de eerste taak is om aminozuren te vormen. Dit vereist een andere, primitieve atmosfeer zonder zuurstof, maar met ultravioletstralen die de oppervlakte van de aarde bereiken. Maar ultravioletstraling is dodelijk voor zowel proteïnes als DNA (en RNA). Zelfs als het leven op de één of andere manier kon starten en er uiteindelijk algen en planten zouden zijn om zuurstof te produceren (en ozon, dat uit zuurstof wordt gevormd), dan zouden er misschien wel miljoenen jaren vereist kunnen zijn om de ozonlaag op te bouwen. Deze laag bevindt zich nu vele kilometers boven de aarde in de bovenste laag van de atmosfeer en vormt een veiligheidsschild voor de levende wezens op het aardoppervlak.

Bovendien hebben algen de neiging om dichtbij het wateroppervlak te leven en zouden zich dus in het dodelijke pad van deze stralen bevinden. De fotosynthetiserende bacteriën die soms op een veilige diepte onder het wateroppervlak van nauwe meren leven hebben een eenvoudiger vorm van fotosynthese die geen zuurstof produceert, en deze zouden dus niet helpen bij het opbouwen van de ozonlaag. Zelfs deze bacteriën zouden twee keer per jaar onderworpen worden aan watercirculatie wanneer zulke meren door de temperatuurgrens gaan waarbij water het meest dicht is: 40° C.

En weer een ander probleem, beschreven in voetnoot 19 op pagina 91, is dat sommige wetenschappers nu geloven dat de temperatuur in die periode onder het vriespunt lag, lager dan de temperaturen waaronder levende cellen überhaupt kunnen leven (alhoewel ze misschien net in staat zouden kunnen zijn om bij die temperatuur te overleven).

Ter afsluiting van dit hoofdstuk kan het gesteld worden dat er geen reden is om te geloven, vanuit het standpunt van feitelijk bewijs of logica, dat er ooit een levend iets heeft geleefd dat minder complex of minder georganiseerd was dan de eenvoudigste levende cel die we tegenwoordig kennen.

In het volgende hoofdstuk, wanneer we de wetten van de kansrekening zullen toepassen op de gulden molecule van het DNA, dan zullen we het zo eenvoudig mogelijk maken voor het toeval om te kunnen slagen. In plaats van uit te gaan van de kleinste ons bekende cel, zullen we weer gebruik maken van het kleinere theoretische “minimale levende systeem“ dat resulteerde uit het onderzoek van Morowitz voor de National Aeronautics and Space Administration.

Laten we onszelf er aan herinneren dat, als toeval zichzelf tot meer dan 5 triljoen pogingen moet strekken om het woord “evolutie“ één keer te kunnen spellen, dan lijkt het haast absurd dat verbazingwekkende deeltjes als DNA door toeval zouden zijn ontstaan. De waarschijnlijkheden die een door toeval geordende reeks van genen tegenspreken zijn dan te wonderbaarlijk om te bevatten.

¹ Diane Rothstein, Brieven, *Science Digest* (Januari, 1970), p. 9.

² C. L. Strong, “The Amateur Scientist,” *Scientific American* (Januari, 1970), p. 130.

³ John C. Kendrew, *The Thread of Life* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1966), p. 15.

⁴ James D. Watson, *Molecular Biology of the Gene*, 2^e ed. (Menlo Park, Calif.: W. A. Benjamin, Inc., 1970), p. 338.

⁵ Deze berekening is gebaseerd op informatie van Carl R. Woese. Hij stelt dat het zo lijkt te zijn dat de bacteriële cel, om normaal te kunnen functioneren, een foutenfrequentie in de transcriptie vereist in de orde van grootte van 10^{-6} tot 10^{-4} per basepaar, wat overeenkomt met niet meer fouten dan 1 op elke 10,000 tot een miljoen letters van de code (10^{-6} is hetzelfde als $1/10^6$). (Carl R. Woese, “The Biological Significance of the Genetic Code,” in *Progress in Molecular and Subcellular Biology*, ed. F. E. Hahn [New York: Springer-Verlag, 1969], p. 24.)

RNA polymerase (of *transcriptase*) werkt alleen als er een DNA-sjabloonstreng aanwezig is. Het wordt daarom vaak “DNA-afhankelijke RNA polymerase” genoemd. Er zijn meerdere typen van RNA-polymerase ontdekt.

⁶ RNA-transcriptie gebeurt vrij snel, zoals zojuist werd gezegd (hoewel Watson stelt dat DNA-*repliatie* misschien wel 100 keer sneller is - *Molecular Biology of the Gene*, p. 528). In hoofdstuk 6 werd opgemerkt dat vele wetenschappers denken dat ten tijde van het aangenomen natuurlijke begin van het leven de temperatuur onder het vriespunt zou zijn geweest. Zonder enzymen, onder die primitieve omstandigheden, kan het berekend worden dat het een miljard jaar zou kunnen duren *alleen om de transcriptie uit te voeren* van het DNA van de kleinste cel tot slechts één enkele mRNA-kopie. En gedurende die hele periode zou deze onderworpen zijn aan breuk en slijtage. En zelfs als deze gepreserveerd zou worden, dan zou deze nog hulpeloos zijn zonder alle machinerie van de proteïnesynthese, zoals die zo meteen beschreven zal worden.

⁷ Gerelateerde genen die samen gegroepeerd zijn langs de DNA-keten worden *operons* genoemd. Een operon kan de productie leiden van verscheidene enzymen die benodigd zijn om een bijzonder proces uit te voeren, zoals het assembleren van een specifiek aminozuur uit andere chemicaliën in de cel. Er kunnen hierbij meer dan een half dozijn genen nodig zijn. De RNA-transcriptie kan voor een hele operon tegelijkertijd uitgevoerd worden, zodat al de benodigde enzymen ongeveer op hetzelfde tijdstip worden gemaakt.

⁸ Het bestaan van geraffineerde controlesystemen voor de meerdere complexe productiesystemen in de cel is ondenkbaar zonder een intelligent ontwerp dat hiervoor verantwoordelijk is. Een gebrek aan controlerende systemen leidt tot chaos in elk georganiseerd menselijk ondernemen en in de georganiseerde processen van organismen. Bekijk de volgende opmerking eens over de belangrijkheid van controlesystemen, van één van de ontdekkers van de DNA-structuur, die de implicaties nog niet heeft geaccepteerd van het ontwerp dat betrokken is bij de DNA-molecule, dat hem en ons allemaal zo fascineert: “Dus, het enige bruikbare onderscheid is dat de kankercel minder onderworpen is aan het normale controle-apparaat dat een cel gebiedt om zich niet te splitsen.” (Watson, *The Molecular Biology of the Gene*, p. 591.) Voor completere details over het corepressor systeem dat hierboven werd beschreven, zie dezelfde referentie, pp. 438-442. Dr. Watson bespreekt ook het bewijs dat er geordende tijdgerelateerde opeenvolgingen bestaan tussen sommige genen (p. 528).

⁹ Masayasu Nomura, “Ribosomes,” *Scientific American*, Oktober, 1969, p. 28.

¹⁰ Naar data van Francis H. C. Crick, “The Genetic Code: III,” *Scientific American*, Vol. 215 (Oktober, 1966), p. 57.

¹¹ Zoals we zullen zien is dit proces veel gecompliceerder. Er zijn belangrijke tussenstappen die we nu moeten beschrijven. Sommige sterke vereenvoudigingen dienen om een globaal idee te geven, waarvan de details later ingevuld worden.

Ribosomen bestaan uit ongeveer 60 verschillende soorten proteïnes die gecombineerd worden met een speciale vorm van RNA – *ribosomaal RNA ofwel rRNA*. Gewoonlijk bevindt zich naar gewicht meer rRNA dan proteïnes in een ribosoom. Het ribosoom bestaat uit twee secties (aangeduid als de 50-S en 30-S deeltjes) die onafhankelijk kunnen bestaan maar die samenkomen om het mRNA bericht te lezen. Volgens Watson kunnen zich tot 15,000 ribosomen in een enkele bacterie bevinden. In contrast daarmee bevinden zich op een gegeven tijdstip slechts ongeveer 1,000 mRNA-moleculen in een enkele cel van sommige bacteriën, omdat het mRNA een korte levensduur heeft en wordt afgebroken tot zijn onderdelen die dan hergebruikt kunnen worden om nieuwe mRNA berichten te vormen. (Watson, *Molecular Biology*, pp. 368, 369, 395, 452,455.) De ribosomale subeenheden worden in bacteriën bijvoorbeeld 50S en 30S genoemd, terwijl de belangrijkste ribosomen in hogere cellen 60S en 40S secties bevatten.

¹² Marshall Nirenberg, persoonlijk telefoongesprek, Oktober, 1971.

¹³ Het aminozuur methionine wordt gecodeerd door de RNA letters AUG. Twee verschillende tRNA-vormen kunnen dit codon herkennen. Eén van deze reageert hier alleen op als AUG voorkomt aan of dichtbij het begin van de mRNA-streng. Dit tRNA plaatst een gemodificeerde vorm van methionine op de startpositie voor de proteïnesynthese. Zo'n vorm is aangepast voor deze initiële locatie. Maar wanneer AUG op een interne plaats voorkomt dan wordt het door een andere (standaard)vorm van tRNA gelezen, en wordt een gewone ongemodificeerde methionine in de keten geplaatst. (Het gemodificeerde tRNA voor methionine kan ook GUG aan het begin van mRNA lezen. Wanneer dat codon op een interne plaats voorkomt, dan wordt het gelezen door het gewone tRNA voor het aminozuur valine.) (Brian F. C. Clark en Kjeld A. Marcker, “How Proteins Start,” *Scientific American* [Januari, 1968].)

¹⁴ Dit is ook een sterke vereenvoudiging. Het aminozuur moet eerst in een geactiveerde staat worden gebracht door een reactie met ATP, de universele krachtbron-molecule van alle ons bekende cellen. Deze activatie wordt gekatalyseerd door hetzelfde enzym dat zojuist werd beschreven.

¹⁵ M. Revel, M. Herzberg, en H. Greenspan, “Initiator Protein Dependent Binding of Messenger-RNA to the Ribosome,” *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, Vol. XXXIV (1969), pp. 261 en verder.

¹⁶ M. R. Capecchi en H. A. Klein, “Characterization of Three Proteins Involved in Polypeptide Chain Termination,” *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, Vol. XXXIV (1969), p. 469.

¹⁷ George Gamow, *One, Two, Three... Infinity* (New York: Viking Press, 1966), p. 264.

¹⁸ Thomas H. Jukes, *Molecules and Evolution* (New York: Columbia University Press, 1966), p. 4.

¹⁹ Idem, pp. 264, 266.

²⁰ Francis H. C. Crick, *Of Molecules and Men* (Seattle: University of Washington Press, 1966), pp. 69-70.

²¹ Francis H. C. Crick, “The Origin of the Genetic Code,” *Journal of Molecular Biology*, vol. 38 (1968), pp. 367-379.

²² Gary E. Parker, “Origin of Life on Earth,” *Bible-Science Newsletter*, Vol. VIII, No. 12 (December 15, 1970), p. 4.

²³ Gary E. Parker, “Origin of Life on Earth,” p. 4.

Hoofdstuk 10 – Zou puur toeval de code voor een gen kunnen rangschikken?

Op dit moment bestaat er geen bevredigende hypothese om de evolutie te verklaren van het proteïne-synthetiserende mechanisme.¹

*—uit *Biology and the Future of Man* (1970)*

Het DNA-systeem roept bewondering op

De belangrijkste taak die door DNA wordt uitgevoerd is het geven van instructies aan synthetiserende proteïnes. In het voorgaande hoofdstuk zagen we dat het mechanisme waarmee deze instructies worden uitgevoerd in sommige opzichten verbazingwekkender is dan de code zelf.

Bijna tweehonderd van Amerika's beste biologen werkten samen om het uitstekende boek te schrijven dat bovenaan deze pagina is geciteerd. Hun doel was om een volledige rapportage te geven van de stand van zaken met betrekking tot de kennis in het hele vakgebied tot aan het moment waarop het geschreven werd, en om op die gebieden te wijzen waar meer onderzoek het hardst nodig was.

De verwondering en de bewondering van wetenschappers voor het DNA-systeem wordt in dat boek regelmatig uitgedrukt. “Hoewel we het basisontwerp in het proces kunnen onderscheiden, zijn we nog niet in staat geweest om een chemisch begrip te verkrijgen van bepaalde opmerkelijke karakteristieken.”² Zij prezen de “hoge betrouwbaarheid waarvan we nu weten dat deze in het algemeen in het proces bestaat.”³ Wanneer we het systeem beschouwen, dan is het natuurlijk om het eens te zijn met de gevoelens die door raket-expert Wernher von Braun werden uitgedrukt. Hij zei dat hij het net zo moeilijk vond “om een wetenschapper te begrijpen die de aanwezigheid van een superieure rationaliteit achter het bestaan van het universum niet accepteert als om een theoloog te begrijpen die de voortgang van de wetenschap zou ontkennen.”⁴

Het is vreemd genoeg waar dat een aantal wetenschappers en veel andere mensen alles proberen uit te leggen zonder te refereren aan welke vorm van intelligentie dan ook achter alles wat bestaat. Maar zonder een Ontwerper blijft er voor de materialist maar één bron over, namelijk toeval, om dit alles voor elkaar te krijgen.

Ondanks de wanhopige pogingen van sommigen om natuurlijke selectie te introduceren lang voordat het leven zelf bestond, is het zeer duidelijk geworden dat zo'n controle-mechanisme compleet onmogelijk was zonder een nauwkeurig duplicatie-systeem voor alle essentiële onderdelen.

Het enige duplicatie-systeem

Er is nooit enige aanwijzing gevonden voor een dergelijk duplicatie-systeem behalve het precieze DNA-mRNA-ribosoom-enzym-tRNA-twintig aminozuren-plan dat in het voorgaande hoofdstuk werd beschreven. Om deze reden postuleert Morowitz dit als een onderdeel van de minimale theoretische levende entiteit.⁵ Zou een dergelijk systeem tot stand kunnen komen door willekeurige samenvoegingen van moleculen?

De meest belangrijke centrale component zou het DNA (of mogelijk RNA) met een gecodeerd bericht moeten zijn. Het bericht zou instructies geven om de noodzakelijke onderdelen voor het levende systeem te maken, inclusief de enzymes die de duplicatie van de code-molecule zelf beheersen.⁶

Behalve het gecodeerde bericht zou de minimale machinerie om te produceren wat de code specificeert *in het begin al* aanwezig moeten zijn. Eén of meer kopieën van elke component van het systeem zouden moeten bestaan, want anders zou het gecodeerde bericht absoluut niet in staat zijn om het leven te laten beginnen. De onderdelen die in het begin al aanwezig zouden moeten zijn, zijn ribosomen, aminozuren, RNA polymerase, ATP voor energie, en alle andere enzymes en cruciale factoren die recentelijk zijn ontdekt en die noodzakelijk zijn voor welke proteïne-productie dan ook.

Laten we de kanswetten nu eens toepassen op *slechts één facet* van de operatie – de waarschijnlijkheid dat code-letters door stom toeval ooit in een bruikbare volgorde zouden worden gerangschikt (als, uiteraard, code-letters reeds bestonden). In andere woorden, zou toeval ooit een mogelijke verklaring kunnen zijn voor een correcte volgorde van slechts één verzameling van genen voor minimaal leven, of zelfs voor een enkel gen? Elke rangschikking zou in het begin willekeurig zijn, als een scheppend ontwerp wordt uitgesloten. Laten we eerst beginnen met te begrijpen wat een gen nu eigenlijk is.

Een gen is de “paragraaf” van het bericht

We hebben gezien dat DNA de instructies van de erfelijkheid in de vorm van basen of letters draagt die langs het midden van een dubbele spiraal-molecule zijn geregen. Dit bericht kan voorgesteld worden alsof het in secties of paragrafen is verdeeld die genen worden genoemd. Normaal gesproken zal een enkel gen voor een enkele proteïne-keten coderen. Het gemiddelde gen in het kleinste theoretische levende ding zou meer dan 1,200 letters of nucleotide-paren hebben.⁷

Een gen kan een paar honderd tot een paar duizend baseparen of nucleotide-paren bevatten. De kleinste ons bekende cel heeft ongeveer 600 genen.⁸ Een verzameling menselijke chromosomen, die het DNA van de cel bevatten, bestaan uit meer dan twee miljoen genen.⁹ Als een keten een verbinding zou aangaan, wat is dan de kans dat de code-letters zich door toeval in een of andere volgorde zouden bevinden die een bruikbaar gen zou zijn, dat ergens in een potentiële levend ding – waar dan ook- bruikbaar zou zijn?

Alle atomen in het universum gebruikend

Op basis van de berekeningen in de voorgaande hoofdstukken kan het geschat worden dat het op zijn minst net zo moeilijk zou zijn om een gen te verkrijgen als om een proteïne-molecule te verkrijgen. Laten we daarom deze keer, in plaats van alle atomen op aarde te gebruiken, aannemen dat *alle atomen van de gehele kosmos* tot verzamelingen van nucleotiden zijn omgevormd, en dat deze geactiveerd zijn, gereed om verbindingen aan te gaan (Nucleotiden bestaan uit koolstof-, stikstof-, waterstof-, zuurstof- en fosfor-atomen).

Het zal voorondersteld worden dat elke keten zal polymeriseren of zich zal verbinden met de hoogst mogelijke snelheid van atomaire processen (waarvan gezegd wordt dat de limiet ongeveer 10^{16} per seconde is, zoals eerder vermeld).¹⁰ Als elke nucleotide met deze snelheid wordt toegevoegd, dan is het aantal complete ketens (genen) per seconde 8.3×10^{12} in elke verzameling. In een jaar tijd zou een verzameling nucleotiden dan 2.6×10^{20} genen produceren, wat we zullen afronden naar 10^{21} .

Het toeval probeert het eerste gen in het universum te produceren, en er is dus nog geen patroonstreng voor DNA of RNA aanwezig. De vier verschillende nucleotiden zullen in de keten in een willekeurige volgorde voorkomen. Als slechts één zijde van de ladder of dubbele schroef wordt verkregen, dan zal dit als voldoende worden beschouwd, vanwege de gedachte dat als er één verkregen is, dat dan de andere door basepaar-vorming gevormd kan worden.

Uit standaard schattingen voor de kosmische overvloed van de elementen¹¹ kan afgeleid worden dat fosfor het limiterende element is bij het vormen van geactiveerde nucleotiden. Naar schatting zijn er 1.5×10^{72} fosfor-atomen in het universum.¹² Drie fosfor-atomen zijn benodigd voor elke geactiveerde nucleotide. Hieruit kunnen dus 10^{68} verzamelingen gevormd worden, zodat één kopie van elk van de vier soorten nucleotiden aanwezig is op elk punt van de keten (met 1,200 eenheden) die wordt gevormd.

Als elke verzameling per jaar 10^{21} volgordes produceert, dan resulteert dat in een totaal aantal van 10^{89} verschillende ketens per jaar, gebruikmakend van alle geschikte atomen in het universum. Zoals we dit voor proteïnes deden, kunnen we weer aannemen dat elke keten onmiddellijk afgebroken wordt en er onmiddellijk weer een nieuwe wordt gebouwd, totdat er een bruikbaar gen is gevormd. Dit wordt gedaan met de ontzaglijke snelheid van acht triljoen ketens per seconde.¹³

Het aantal mogelijke volgordes in een gen

Er bestaan drie verschillende manieren om het aantal mogelijke volgordes in een DNA-keten te bepalen. Zoals je je misschien herinnert is de algemene formule: het aantal soorten tot de macht van het aantal eenheden in de keten. Als elke volgorde even waarschijnlijk is, dan is de kans op een bepaalde volgorde gelijk aan één op het totale aantal mogelijke volgordes.

Met vier soorten nucleotiden, en een keten die 1,200 eenheden lang is, is het totale aantal mogelijke rangschikkingen gelijk aan 4^{1200} , wat ongeveer gelijk is aan 10^{722} . Maar, de letters van een gen worden in drie-letter codons gelezen (die bestaan uit vierenzestig soorten drietallen), waarvan er zich 400 in de keten bevinden. Als we dit op deze manier berekenen, dan zouden er in totaal 64^{400} mogelijke volgordes bestaan, en dit blijkt hetzelfde aantal te zijn als wanneer we dit berekenen op basis van individuele letters, namelijk 10^{722} .

Maar de lezer herinnert zich wellicht dat veel van de twintig aminozuren door meer dan één drietal gecodeerd kunnen worden. Sommigen denken dat de dubbele codons een “historisch ongeluk” zijn. Anderen geloven dat deze “misschien in sommige gevallen een regulerende factor” kunnen zijn¹⁴, omdat de natuur “zelden langdurig redundant” is.¹⁵ Zoals in het voorgaande hoofdstuk werd vermeld, neemt het

bewijs toe dat aangeeft dat deze schijnbare duplicaten op een cruciale manier kunnen dienen om de synthese van proteïnes te *reguleren*¹⁶. Als dat waar zal blijken te zijn, dan zouden er nog steeds geen duplicaten bestaan onder de 64 codons¹⁷, en het totale aantal werkelijke volgorden zou dan het getal 10^{722} zijn.

Maar laten we, omdat onderzoek op dit gebied nog niet sluitend is, het voordeel van de twijfel geven aan het toeval en de kans berekenen alsof alle duplicaten nutteloze, extra codons zouden zijn.

Er bestaan slechts éérentwintig verschillende mogelijke hoofdresultaten voor elke codon-positie. Deze potentiële resultaten die door codons worden aangegeven zijn de twintig aminozuren plus het “einde van de keten”. We zullen daarom de berekening uitvoeren op basis van éérentwintig soorten, voor een keten die 400 aminozuren lang is. Het getal 21^{400} is ongeveer gelijk aan 10^{528} . Als we nu één substitutie per keten toestaan¹⁸ (zonder dit te beperken tot de actieve locatie – wat wederom een ruggesteun voor het toeval is), dan is het equivalente totale aantal verschillende volgordes gelijk aan 10^{524} .

De kans op één gen in het hele universum

Als we weer de formule gebruiken die we hadden verkregen uit de alfabet-analogie, dan kan het aangenomen worden dat $1/10^{240}$ de verhouding is van volgordes die ergens bruikbaar zouden kunnen zijn. Omdat 10^{240} kleiner is dan 10^{524} , is de waarschijnlijkheid om in welke poging dan ook een bruikbaar gen te verkrijgen gelijk aan $1/10^{240}$ voor het eerste. Als we één substitutie toestaan dan zal dit getal gereduceerd worden tot $1/10^{236}$.

Het totale aantal volgordes dat in een jaar door alle nucleotide-verzamelingen in de hele kosmos kan worden geproduceerd was 10^{89} , zoals we zagen op pagina 93. De waarschijnlijkheid om in een jaar tijd een bruikbaar gen te verkrijgen is daarom gelijk aan $10^{89}/10^{236}$, oftewel $1/10^{147}$. *Met alle toezeggingen die werden gedaan, kan het verwacht worden dat één bruikbaar gen in 10^{147} jaar wordt geproduceerd uit de ongelooflijk snelle pogingen van alle nucleotide-verzamelingen van alle atomen in het universum.*

Professor Warren Weaver noemt in zijn boek over waarschijnlijkheid de regel die we gebruiken met de volgende woorden: “Als twee gebeurtenissen onafhankelijk zijn, dan is de kans dat zij allebei plaatsvinden het product van hun afzonderlijke waarschijnlijkheden.”¹⁹ Dit is hetzelfde centrale principe, de vermenigvuldigingsregel. Met “onafhankelijk” wordt bedoeld dat zij geen invloed op elkaar mogen hebben. In het geval van nucleotide-verbindingen is er duidelijk sprake van een gelijke waarschijnlijkheid en geen onderlinge beïnvloeding.

In dit model-experiment wordt de gehele keten gevormd door een willekeurige actie die op elke positie in de keten onafhankelijk plaatsvindt. De regel stelt dus dat we de waarschijnlijkheden voor alle posities moeten vermenigvuldigen. Op deze manier vinden we het “product van hun afzonderlijke waarschijnlijkheden”. Dit is de methode die we gebruikt hebben.

Hoe lang is 10^{147} jaar?

Dr. Weaver vertelde dit interessante verhaal dat gebruikt kan worden ter vergelijking met onze tijdsperiode van “eens in 10^{147} jaar”:

In de folklore van India bestaat een verhaal over een steen, een kubieke mijl in afmeting, een miljoen keer harder dan een diamant. Elke miljoen jaar bezoekt een heilige man de steen om deze een zo licht mogelijke aanraking te geven....Als hiermee elke 10^6 jaar één [atoom] wordt verwijderd, dan geeft dit aan dat er wellicht 10^{51} jaar nodig zouden zijn.²⁰

Hij refereert hiermee aan de tijd die nodig is om de steen compleet te laten wegslijten door deze vederlichte aanraking die één keer per miljoen jaar één atoom verwijdert. Het is nu zeer evident dat 10^{51} jaar, hoewel dit *uitzonderlijk* lang is, niets is vergeleken met de tijdspanne die we zouden kunnen verwachten waarin met succes één bruikbaar gen zou worden gevormd, wat 10^{147} jaar is.

We moeten onszelf er aan herinneren wat elke toegevoegde nul betekent voor een getal. In plaats van het toevoegen van 10 of een miljard, wordt hierdoor *alles wat er vóór staat met 10 VERMENIGVULD*. Stel bijvoorbeeld dat we één nul minder zouden hebben, namelijk 10^{146} . Wanneer we de dan de laatste nul toevoegen, vermenigvuldigen we de hele 10^{146} met 10, om het geval 10^{147} te verkrijgen.

Willekeurige gebeurtenissen door wetten gereguleerd

Irving Adler zei in zijn boek *Probability and Statistics (Waarschijnlijk en Statistiek)*, “Willekeurige gebeurtenissen worden, net als volledig bepaalde gebeurtenissen, door bepaalde regels beheerst.”²¹ Deze zorgvuldig onderzochte regels, waarvan de wetenschap en industrie vandaag de dag zo zwaar afhankelijk

zijn, zijn de regels die we in onze berekeningen hebben gevolgd. De resultaten zouden net zo betrouwbaar moeten zijn als de Golden Gate Brug of de Eiffeltoren, die beide in vertrouwen op de waarschijnlijkheidstheorie zijn gebouwd (in een dergelijke constructie wordt niet elk stuk staal of elke klinknagel getest, noch wordt elke verrichting van elke arbeider getest. Echter, door steekproeven te nemen wordt de kans berekend dat een bepaalde component gebrekkig of inadequaet zou zijn wat betreft toelaatbare spanningsgrenzen. Door de vermenigvuldigingsregel toe te passen kan de kans berekend worden dat, zeg, twee componenten die met elkaar verbonden zijn als samenstel zouden falen. De algehele waarschijnlijkheid met betrekking tot de stabiliteit van de hele constructie kan op een zelfde manier worden berekend).

Onze “veiligheidsmarge” is uitzonderlijk veel groter dan ingenieurs ooit zouden overwegen om volledig verzekerd te zijn van veiligheid.²²

De misvatting dat tijd het extreem onwaarschijnlijke kan produceren

Zij die er op gebrand zijn om leven uit niet-leven te verkrijgen richten hun hoop soms op leven dat door toeval op verre werelden wordt gevormd, over meerdere miljarden jaren door de uitgestrekte sterrenstelsels van het universum heen. Zij stellen dat er in al die tijd en met al die materie beschikbaar toch zeker wel vele malen leven moet zijn gevormd.

Frans paleontoloog André de Cayeux citeerde een Russisch wetenschapper, Kostitzin, die zei dat in het gehele universum “de ontwikkeling van een onwaarschijnlijke toestand niet onmogelijk is, en het niet ontwikkelen van een dergelijke toestand niet erg waarschijnlijk is.”²³ Een ander voorbeeld van een dergelijke aanname wordt uitgedrukt in het epische artikel “The Origin of Life” (“De Oorsprong van het Leven”) van beroemd medisch onderzoeker George Wald, toen hij schreef:

Het belangrijke is dat, omdat de oorsprong van het leven in de categorie valt van fenomenen die op zijn minst één keer hebben plaatsgevonden, de tijd in het voordeel er van speelt.

Hoe onwaarschijnlijk we deze gebeurtenis ook mogen beschouwen, of elk van de stappen die hierbij betrokken zijn, als er maar genoeg tijd beschikbaar is dan zal het bijna met zekerheid op zijn minst één keer plaatsvinden...

De tijd wordt hiermee feitelijk de held van het verhaal. De tijdspanne waarmee we te maken hebben is in de orde van grootte van twee miljard jaar. Wat we op basis van onze menselijke ervaring als onmogelijk beschouwen is hier betekenisloos. Met zo veel tijd als uitgangspunt wordt het “onmogelijke” mogelijk, het mogelijke waarschijnlijk, en het waarschijnlijke virtueel zeker. Men hoeft slechts te wachten: de tijd zelf verricht de wonderen.²⁴

Als deze “logica” voor waar wordt aangenomen, dan zou het een makkelijke manier voor materialisten zijn om dit wonder van de oorsprong van het leven uit te voeren. *De misvatting zit in de grootte van de getallen.*

Wanneer je dit mathematisch bekijkt, zou je kunnen vermoeden dat Dr. Wald, net als Kostitzin, er gewoonweg niet aan toe kwam om uitgebreid berekeningen op dit probleem los te laten. We moeten ook onthouden dat de kennis over het DNA-systeem (en proteïnes) nogal gelimiteerd was toen hij dit schreef, vergeleken met het heden. Het moet opgemerkt worden dat hij een tijdspanne van ongeveer 2×10^9 jaar noemt, waarin hij verondersteld dat het gehele tegenwoordige milieu van levende dingen uit niet-levende chemicaliën evolueerde.

Vergelijk dit getal, om het contrast te zien, eens met het getal dat we in de voorgaande pagina’s berekenden, namelijk een kans van 1 op 10^{147} jaar met pogingen onder condities die zo extreem voordelig waren voor het toeval. Een kans op wat? Om slechts *EEN* bruikbaar gen te verkrijgen. Maar er zijn op zijn minst 124 genen nodig om voor de *verschillende soorten* proteïnes van Morowitz’ minimale levende entiteit te coderen, zoals we eerder beschreven. Met alle 124 genen noodzakelijk zal het dus nooit een geval zijn waarin “op zijn minst één keer” een complexe molecuule zou moeten worden verkregen.

Het zou ontmoedigend zijn om 10^{147} jaar te moeten wachten op één gen, want 10^{147} is duizend miljard, miljard.... (tot het woord miljard zestien keer gebruikt is). Zelfs als het inderdaad “slechts één keer” zou plaatsvinden, dan zijn we er nog steeds niet helemaal uit. Het zou dan slechts één van de vele complexe onderdelen zijn die zich *allemaal* op de juiste positie moeten bevinden voordat het kleinste levende ding zou kunnen leven. Om de waarschijnlijkheid van al deze onderdelen te berekenen zouden kansen op elk van deze samen berekend moeten worden.

Het verspillen van “intellectuele paardekrachten”

Om te proberen om een complexe ordening te verkrijgen uit willekeurige rangschikkingen is tijdverspilling. Vroeger of later zal de logica een redelijk verstand tot de realisatie brengen dat er hier te veel virtuele onmogelijkheden bestaan. Dr. Joseph L. Henson, bioloog, zegt dat je om in evolutie te geloven “een overtuiging in het geloof moet hebben dat het statistisch onmogelijke steeds opnieuw en opnieuw en opnieuw zal plaatsvinden.”²⁵ Wanneer het statistisch onwaarschijnlijke zo *onwaarschijnlijk* is als $1/10^{236}$ voor het eerste gen alleen al,²⁶ dan kun je je afvragen wat voor soort ongefundeerd geloof hiervoor nodig is!

Kenneth K. Landes gebruikte een interessante manier om iets dergelijks in een ander vakgebied te verwoorden, in een artikel met de titel “Illogical Geology” (“Onlogische Geologie”) in *Geotimes*, die hier gepast kan worden aangehaald. Hij sprak over “de intellectuele paardekrachten die nu verspild worden in vruchteloze pogingen om de waarheid weg te verklaren...”²⁷

Het is zeker een verspilde intellectuele onderneming om te proberen om toeval er toe te brengen om een precieze en complexe orde te produceren.²⁸

De amoëbe vertragend tot één Angstrom in vijftien miljard jaar

Hoe lang is deze tijdspanne waarin één gen door toeval zou ontstaan, gemiddeld gezien? Met een waarschijnlijkheid van eens in de 10^{147} jaar, zou de amoëbe, die we in een eerder hoofdstuk beschreven, vele complete universums over de hele diameter van de kosmos kunnen verplaatsen terwijl het toeval nog steeds aan het proberen is om een willekeurig gen te creëren dat bruikbaar is.

Het is interessant om de kleinste snelheden te overpeinen die ons verstand kunnen bevatten. De diameter van een waterstof-atoom is ongeveer één Angstrom eenheid. Veronderstel dat onze amoëbe uit hoofdstuk 7 niet meer dan die afstand heeft afgelegd sinds het begin van het universum, hierbij weer de aangenomen leeftijd van vijftien miljard jaar gebruikend. Als de kleine reiziger zou doorgaan met bewegen met die slakkegang der slakkegangen, dan zal het *3,810,000,000,000,000 jaar duren om slechts EEN INCH (2.54 centimeter) af te leggen!*

Met een dergelijke lage snelheid zou de amoëbe de taak om het hele universum naar de overkant te dragen in ongeveer 4×10^{125} jaar volbrengen. *Op deze ontspannen manier, zou het kleine kruipertje tijd genoeg hebben om 2×10^{21} complete universums, één atoom tegelijkertijd, helemaal van de ene naar de andere kant van de veronderstelde diameter van de kosmos (dertig miljard lichtjaren) te dragen, in de tijd waarin het van het toeval verwacht zou kunnen worden dat deze één gen in welke bruikbare volgorde dan ook zou rangschikken, met daarvoor alle atomen van het universum ter beschikking!*

Als alle mensen die op de aarde leven –mannen, vrouwen, en kinderen van alle leeftijden- dag en nacht zeer snel zouden gaan tellen, dan zou het voor hen samen vijfduizend jaar duren alleen al om het aantal complete universums te tellen dat de amoëbe zou verplaatsen in de gemiddelde tijd waarin het toeval slechts één eenzaam gen zou kunnen produceren. Onthoud dat het toeval in deze proef alle atomen in het universum kon gebruiken.

Voor het tweede gen zou een onbepaald langere tijd nodig zijn

Net als het geval was voor proteïnes, als het eerste gen voorhanden is, dan zouden alle andere genen die nodig zijn voor een minimaal werkende verzameling hierop aan moeten sluiten, vergelijkbaar met de onderdelen van een bepaald soort horloge. Het tweede gen zou daarom veel moeilijker te verkrijgen zijn dan het eerste, omdat het hiermee in overeenstemming zou moeten zijn. Nadat het eerste gen verkregen is zou dus het doel zijn om één van de andere 123 genen te verkrijgen die benodigd zijn om de verzameling te completeren. Voor dat tweede gen zou dit betekenen dat we een kans van 123 op 10^{524} zouden moeten zien te overwinnen.

Zelfs als aan het toeval de meest fantastische voordelen zouden worden gegeven, dan zou de situatie nog steeds hopeloos zijn. Veronderstel, bijvoorbeeld, dat het voor elk gen zou zijn toegestaan dat er net zoveel verschillende volgordes toelaatbaar zouden zijn als er atomen zijn in het universum. Met zo'n extreme toezegging zou de amoëbe nog steeds meer dan 10^{57800} complete universums over die afstand van dertig miljard lichtjaren kunnen dragen, reizend met een snelheid van slechts één Angstrom in vijftien miljard jaar, in de tijd waarin er van het toeval verwacht zou kunnen worden dat deze een correcte volgorde zou produceren voor een minimale verzameling van genen voor het kleinste theoretische levende ding.

Alleen al om het getal voor het aantal van die universums dat door de amoëbe verplaatst zou worden af te drukken zou ongeveer achtentwintig pagina's in beslag nemen.

We kunnen er ook op een andere manier tegenaan kijken door te veronderstellen dat substitutie vrij toegestaan is in *negentiende* van de loci of posities in de keten. Dat wil zeggen dat er zo'n enorme mate van variatie wordt toegestaan dat er in een keten van 400 slechts 40 correct hoeven te zijn, terwijl de anderen van alles kunnen zijn. Dit zou een vergelijkbare situatie zijn voor een proteïne-keten of voor een gen met 400 codons. Het is als een examen waarin het enige belangrijke is dat je slechts 40 van de 400 vragen goed beantwoordt.

Met deze extreme hoeveelheid aan variabiliteit, is de kans op succes in het toevallig bereiken van een bruikbare set genen of proteïnes nog steeds fantastisch klein. Dit is zelfs waar bij de gepostuleerde snelheid en wanneer in de poging gebruik kan worden gemaakt van alle atomen in het universum. Laten we de tijdsduur eens beschouwen waarin slechts de helft van de vereiste verzameling van genen (of proteïnes) door willekeurige rangschikking zou kunnen ontstaan. We zullen die tijd wederom uitdrukken in het aantal complete universums dat de amoëbe over de diameter van het universum kan verplaatsen, één atoom per oversteek en met de ongelooflijk langzame snelheid die we eerder hebben beschreven. Dat aantal universums is zo groot dat als alle atomen van het universum mensen zouden zijn die gestaag aan het tellen waren, dat het hen dan 5,000 jaar zou kosten alleen al om de universums te tellen die de amoëbe zou verplaatsen gedurende de gemiddelde tijdsduur die we zouden moeten wachten om slechts een halve verzameling van een minimum gen of proteïne in een bruikbare volgorde te kunnen verkrijgen.

De formule voor de waarschijnlijkheid met meerdere substituties toegestaan, in het geval je er benieuwd naar was, is:

$$\sum_{i=0}^s \frac{n!}{i!(n-i)!} \cdot \frac{(a-1)^i}{a^n}$$

waarin n het aantal eenheden in de keten is (aminozuren of codons), a het aantal soorten eenheden is, s het aantal toegestane substituties, en i de variabele is waarmee van nul tot s wordt opgeteld. Het grote symbool is de Griekse letter sigma, die het optellen van de resultaten representeert, voor alle waarden van i als het aantal substituties varieert van nul tot s . Hier geldt $n = 400$, $s = 360$, $a = 21$ (21 verschillende codon resultaten).

De enkele kanswet

Émile Borel, een eminent Frans expert op het gebied van de waarschijnlijkheid, beschreef wat hij “de enkele kanswet” of simpelweg “de kanswet” noemde, als volgt: “*Gebeurtenissen waarvan de waarschijnlijkheid extreem klein is vinden nooit plaats*”²⁹ Hij berekende dat waarschijnlijkheden kleiner dan $1/10^{15}$ verwaarloosbaar waren op de aardse schaal, en hij zei:

We kunnen er toe geleid worden om de waarde van verwaarloosbare waarschijnlijkheden op de kosmische schaal gelijk te stellen aan 10^{-50} . Wanneer de waarschijnlijkheid van een gebeurtenis kleiner is dan deze limiet, dan kan de omgekeerde gebeurtenis verondersteld worden met zekerheid plaats te vinden, ongeacht het aantal gelegenheden dat zichzelf voordoet in het gehele universum.³⁰

Met “tegenovergestelde gebeurtenis” bedoelt hij “geen gebeurtenis”, oftewel falen. Daarom zou volgens de enkele kanswet zelfs een enkel gen in het hele universum nooit in enige bruikbare volgorde kunnen worden gerangschikt, als we deze uitspraak van deze vooraanstaande wiskundige toepassen. Je hoeft alleen maar de kans op één gen ($1/10^{236}$) te vergelijken met Borel’s $1/10^{50}$ waarvan hij stelt dat deze de grens is voor betekenisvolle waarschijnlijkheden op de kosmische schaal. Wat zou hij te zeggen hebben over het getal dat we berekend hebben voor de minimale verzameling voor het kleinste leven, namelijk een waarschijnlijkheid van 10^{-57800} ? De reizen van de amoëbe hebben duidelijk gemaakt dat ons verstand een dergelijke *extreem* kleine waarschijnlijkheid, zoals betrokken bij de toevallige rangschikking van slechts één gen, namelijk 10^{-236} , niet kan bevatten. Volgens de enkele kanswet zal dit nooit gebeuren.

Logica vereist het geloof in een Ontwerper

Deze oude analogie is nu net zo redelijk als ooit tevoren: We weten intuïtief dat een horloge een horlogemaker vereist. Het bestaat uit vele onderdelen die met precisie moeten worden aangepast om aan te sluiten op andere onderdelen die zelfstandig nutteloos zouden zijn. Waarom zou iemand willen proberen

om dit principe in de wetenschap te omzeilen? In het volgende hoofdstuk zullen we een nadere blik werpen op de redenen hiervoor.

Het conflict gaat in principe tussen toeval, wanorde en chaos aan de ene kant, en God, orde en organisatie aan de andere kant. Over hem wordt gezegd dat “hij de schepping schraagt met zijn machtig woord”³¹ Niets anders voorziet in een adequate verklaring voor wat we zelf kunnen observeren.

Er is een soort van bewijs dat voor een individu veel overtuigender kan zijn dan het mathematische bewijs dat we beschouwd hebben, hoe zwaarwichtig dit ook is gebleken. Het is de verzekering die God heeft beloofd aan allen die zijn volgende aanbod willen aannemen:

Hij zei, door Christus, “Wie ernaar streeft te doen wat God wil, zal weten of mijn leer van God komt of dat ik namens mezelf spreek.”³² Een dergelijk persoon zal een innerlijke verzekering krijgen dat Christus was wie hij beweerde te zijn: “zijn Zoon, die hij heeft aangewezen als enig erfgenaam en door wie hij de wereld heeft geschapen.”³³

¹ Philip Handler, ed., *Biology and the Future of Man*, (New York: Oxford University Press, 1970), p. 187.

² Idem, p. 45.

³ Idem, p. 48.

⁴ Wernher von Braun, geciteerd in een persbericht van de Associated Press in *The Cleveland Plain Dealer* op 19 Juli, 1969, p. 5.

⁵ Harold J. Morowitz, “Biological Self-Replicating Systems,” *Progress in Theoretical Biology*, ed. Fred M. Snell (New York: Academic Press, 1967), Vol. 1, pp. 35 ff.

⁶ De snelheid van DNA-replicatie is onvoorstelbaar hoog, variërend tussen 750 en 1,000 nucleotiden per seconde die aan elke streng, in sommige gevallen aan elk groeipunt, worden toegevoegd. Bij het duplicatie-proces is een groeipunt-complex betrokken dat bestaat uit proteïnes en misschien ook RNA. Verscheidene artikelen geven een indicatie dat het groeipunt nauw verbonden zou kunnen zijn met het celmembraan. Het onderzoek gaat met duizelingwekkende snelheid verder, en alles wat we hier vastleggen is dus onderhavig aan revisies wanneer meer kennis over het proces wordt onthuld door verder onderzoek.

Robert E. Bird en zijn medewerkers rapporteerden dat een splitsing in twee richtingen betrokken is bij bacteriële replicatie, waarin de beweging van de splitsing met gelijke snelheden plaatsvindt in de tegenovergestelde richtingen. (“Origin and Sequence of Chromosome Replication in *Escherichia coli*,” *Journal of Molecular Biology*, Vol. 70, 1972, pp. 549, 563.) Roger Y. Stanier, *et al.*, beschrijven meerdere splitsingen, die schijnbaar optreden wanneer twee dochter-DNA dubbele schroef-moleculen beginnen met repliceren voordat de originele splitsingen hun cyclus hebben voltooid – dit maakt een celdeling mogelijk in twintig minuten. (*The Microbial World*, 3e ed. [Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1970], pp. 294 ff., 374 ff.). De cirkelvormige DNA-molecule in de bacterie *Escherichia coli* heeft misschien wel vijf miljoen nucleotide-paren. De gebruikelijke tijdsduur benodigd voor zijn celdeling bedraagt veertig minuten zonder meerdere splitsingen. Als hierbij een beweging van de splitsing in meerdere richtingen betrokken zou zijn, dan zou het aantal toegevoegde nucleotiden per streng per splitsing iets meer dan 1,000 bedragen, voor elk van de gesplitste helften die van elkaar af bewegen. *E. coli* kan zichzelf in twintig minuten repliceren, maar bij deze snelheid kunnen meerdere splitsingen betrokken zijn.

John Cairns maakt gewag van een replicatie-snelheid die 15,000 draaiingen per minuut vereist tijdens het uitrollen van de dubbele schroef. (“The Bacterial Chromosome,” *Scientific American*, Vol. 214, [Januari 1966], p. 42.) Wat betreft het proces van het uitrollen zelf wordt nu gedacht dat enzymen in één zijde van de schroef inkepingen maken. Terwijl de splitsing zich voortbeweegt, wordt één streng continu gepolymeriseerd in dezelfde richting als de beweging van de splitsing. De andere streng wordt klaarblijkelijk in de andere richting in korte fragmenten gevormd, om later te worden samengevoegd tot een cirkelvormige dochter-molecule. Vele mysteries over dit verbazingwekkende proces blijven nog onbeantwoord. (Dit proces, of een ander dergelijk proces, is noodzakelijk omdat nucleotiden zich alleen verbinden aan het 3' uiteinde van een nieuwe zich vormende streng. In de dubbele schroef van het DNA zijn de strengen tegenover elkaar gepolariseerd, met het 5' uiteinde van de ene streng tegenover het 3' uiteinde van de andere streng.)

⁷ Morowitz, persoonlijke communicatie, November, 1970.

⁸ Morowitz, persoonlijke communicatie, November, 1970.

⁹ Beschouw het menselijk genoom (DNA per cel) als drie miljard nucleotide-paren met gemiddeld 1,200 per gen.

¹⁰ Harold J. Morowitz, *Energy Flow in Biology* (New York: Academic Press, 1968), pp. 12ff.

¹¹ Philip Handler, ed., *Biology and the Future of Man*, p. 168.

¹² Dit getal is gebaseerd op een verhouding van 115/10,000 fosfor-atomen ten opzichte van silicium-atomen (idem), en op de straal en de gemiddelde dichtheid die eerder werden gebruikt op pagina 98.

Dr. George Preston, van het California Institute of Technology's Hale Observatories, heeft opgemerkt dat men geen onmatig vertrouwen moet stellen in tabellen van kosmische overvloed. Er zijn vele onzekerheden en variabelen. Het universum is in dit opzicht niet statisch. Elementen worden in het binnenste van sterren continu door andere elementen gevormd. Deze elementen kunnen vervolgens door supernova-explosies worden verspreid. Er zijn nu

indicaties dat een klein percentage van een bepaalde klasse sterren onverwachte proporties van sommige elementen op hun oppervlak hebben, zoals fosfor. De interne samenstelling ervan is ons onbekend. (George Preston, California Institute of Technology, persoonlijk telefoongesprek, December, 1971.)

Maar voor ons huidige doel is het hierboven gebruikte getal betrouwbaar genoeg. Het toeval zal deze test met een zo grote marge falen dat het er niet zou doen als het aantal fosfor-atomen veranderd zou moeten worden, ongeacht de schaal van zo'n aanpassing.

¹³ Acht triljoen per seconde in elke verzameling! Dat is gelijk aan 10^{81} per seconde voor alle verzamelingen.

¹⁴ Marshall W. Nirenberg, National Institutes of Health, persoonlijk telefoongesprek, Oktober, 1971.

¹⁵ Philip C. Hanawalt, Stanford University, persoonlijk telefoongesprek, November, 1971.

¹⁶ Joseph Ilan, "The Role of tRNA in Translational Control of Specific mRNA During Insect Metamorphosis," *Symposia on Quantitative Biology* (Long Island, N.Y.: Cold Spring Harbor Laboratory, 1970), pp. 787-791.

¹⁷ C. Thomas Caskey, Arthur Beaudet, en Marshall W. Nirenberg, "RNA Codons and Protein Synthesis," *Journal of Molecular Biology*, Vol. 37 (1968), pp. 99-118.

¹⁸ Voor een bespreking van grenzen voor substitutie, zie voetnoot 9 in hoofdstuk 6 op pagina 64.

Het vervangen van een aminozuur door een ander aminozuur wordt normaal gesproken als dodelijk of schadelijk beschouwd. Omdat er blijkbaar enkele substituties zijn die op zijn minst getolereerd worden wanneer deze gemiddeld beperkt zijn tot één substitutie per keten, berekenen we dit opnieuw op een manier die het toeval een voordeel verschaft.

¹⁹ Warren Weaver, *Lady Luck, Theory of Probability* (Garden City, New York: Doubleday, 1963), p. 111.

²⁰ Idem, pp. 235, 236.

²¹ Irving Adler, *Probability and Statistics for Everyman* (New York: John Day Co., 1963), p. 13.

²² Het moet vermeld worden dat de kans om op zijn minst één bruikbaar gen te krijgen zelfs kleiner is dan de onwaarschijnlijk kleine kans die we hebben berekend. Er bestaat een regel genaamd Poisson's formule die gebruikt kan worden als het aantal pogingen zeer groot is en de waarschijnlijkheid zeer klein. Als de waarschijnlijkheid, gemiddeld gezien, één op een zeer groot getal bedraagt, dan zou men een kans van 37% hebben, afgerond, dat er nog niet één zou plaatsvinden in dat aantal pogingen. Er zou eveneens een kans bestaan van 37% op precies één gebeurtenis, een kans van 18% op precies twee, 6% op drie, en 1% op vier, en een kans van een kleine breuk op precies vijf. (Émile Borel, *Probabilities and Life* (New York: [Dover Publications, 1962], pp. 73, 74.) Deze formule komt voort uit het feit dat je in elke serie van pogingen nooit precies het gemiddeld verwachte resultaat zal krijgen, maar soms meer en soms minder. Wanneer uit tien genummerde munten wordt getrokken, bijvoorbeeld, is de gemiddelde kans om het getal één te trekken één op tien trekkingen. Als iemand verscheidene reeksen van tien trekkingen uitvoert, dan zal hij ontdekken dat in sommige reeksen het getal één helemaal niet voorkomt, en in andere reeksen twee of zelfs drie keer. Als het getal, in plaats van een kans van 1 op 10, daarentegen erg groot is, zoals een kans van 1 op 10,000 of 100,000, dan kan het te verwachten percentage van de reeksen met nul, één, twee en drie keer berekend worden met behulp van Poisson's formule. Hierin is een mathematisch symbool betrokken dat e wordt genoemd, wat ongeveer gelijk is aan 2.718.... Als de gemiddelde kans gelijk is aan één op een getal zoals, bijvoorbeeld, 10^5 , dan is de kans op geen enkele in een gegeven reeks gelijk aan $1/e$, wat gelijk is aan 36.788...%. Dezelfde formule geeft ons de kans op precies één. Om de kans te bepalen om twee of meer te verkrijgen, wordt de formule $1/e^2!$ of $1/e^3!$, etcetera ($e^3!$ is gelijk aan $2.718 \times 3 \times 2 \times 1$). We hebben dit gecontroleerd in experimenten met grote getallen en dit bleek inderdaad waar te zijn.

Met de grootte van de kansen die we voor één gen hebben gevonden, zou zelfs een deling door vijf geen verschil uitmaken, omdat dit de kans met minder dan één nul zou reduceren.

²³ André de Cayeux, *Three Billion Years of Life* (New York; Stein and Day, 1969), p. 208.

²⁴ George Wald, "The Origin of Life," *Scientific American* (Augustus, 1954), p.48.

²⁵ Joseph L. Henson, Bob Jones University, persoonlijke correspondentie, December, 1971.

²⁶ De verhouding van $1/10^{236}$ is de waarschijnlijkheid, en 10^{147} is het aantal jaren dat dit zou duren, zoals berekend op pagina 94.

²⁷ Kenneth K. Landes, *Geotimes*, Vol. III (Maart, 1959), p. 19.

²⁸ Dr. Morowitz heeft het interessante feit beschreven dat een bepaalde mate van orde soms wordt geproduceerd door een energiestroom, (Morowitz, *Energy Flow in Biology*.) De mate van een dergelijke natuurlijk geproduceerde orde verschilt sterk van de mate van orde die vereist is voor het meest eenvoudige levende ding. Als een voorbeeld van orde uit een energiestroom kunnen we de wind beschouwen die een zekere mate van orde kan aanbrengen in herfstbladeren. De limitaties van een orde die op een dergelijke manier wordt geproduceerd zijn duidelijk zeer beperkend, in de afwezigheid van een intelligente planning, ongeacht de hoeveelheid van de energiestroom.

²⁹ Émile Borel, *Elements of the Theory of Probability* (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1965), p. 57.

³⁰ Émile Borel, *Probabilities and Life* (New York: Dover Publications, 1962), p. 28.

Met betrekking tot Borel's gebruik van de minus exponent, zal de lezer zich herinneren dat dit hetzelfde betekent als het schrijven van het getal als een fractie met het getal 1 boven de breuk. 10^{-50} is hetzelfde als $1/10^{50}$ of 1 kans op een getal met 50 nullen.

³¹ Hebreëen 1:3 NBV

³² Johannes 7:17 NBV

³³ Hebreëen 1:2 NBV