

■ TEKST PETER BORGER

HET ONTWERP VAN HET LEVEN NADER BESCHOUWD

De genetische code

Met de ontdekking van de DNA-structuur in 1953 werd eindelijk duidelijk hoe eigenschappen van organismen van generatie op generatie worden doorgegeven. Er bleek een genetische code achter te zitten en in de jaren daarna bleek dat alle levende wezens over dezelfde genetische code beschikken, werd dit uiteraard gevierd als het beste bewijs voor universele gemeenschappelijke afstamming. **Maar de nieuwe biologie toont dat dit feestje iets te vroeg werd gevierd...**

ken, de **röntgendiffractie analyse** (zie kader), leidde ertoe dat men de structuur van het **DNA** kon ontrafelen. Het DNA-molecuul bleek een dubbele **helix** te zijn; een structuur die nog het meest lijkt op een wenteltrap. Deze wenteltrap is opgebouwd uit **nucleotiden**, elk bestaande uit een **base**, een **deoxyribosegroep** en een **fosfaatgroep**.

Meteen na de ontdekking van de structuur werd voorgesteld dat het molecuul een soort code moest bezitten van waar-

In de tweede helft van twintigste eeuw kwamen voor het eerst in de geschiedenis technieken beschikbaar waarmee men de moleculaire complexiteit van het leven beter kon bestuderen. Eén van die technie-

uit de organismen zouden worden opgebouwd. Die voorspelling klopte. De code die men ontdekte staat tegenwoordig bekend als **'de genetische code'** en representeert de informatie om microscopisch

FRANKLIN DEED DENKWERK VOORAF

Röntgendiffractie is een techniek waarmee met behulp van röntgenstralen de structuur van moleculen kan worden bepaald. Rosalind Franklin was één van de pioniers op dit gebied. Ze was de eerste die DNA-moleculen met röntgenstralen doorlichtte. Zonder haar



medeweten kwam haar werk (zie foto) onder de ogen van James Watson en Francis Crick. Mede hierdoor werden Watson en Crick op het juiste spoor gezet van de wenteltrapstructuur van DNA.

Helaas overleed Franklin te vroeg om ook de vruchten ervan te kunnen plukken. Watson en Crick kregen in 1962 de Nobelprijs voor hun ontdekkingen en deelden de prijs met Maurice Wilson, hoofd van het lab waar Franklin haar werk deed.

Het DNA-molecuul bleek een dubbele helix te zijn; een structuur die nog het meest lijkt op een wenteltrap.

DE EIWITCODE

		TWEDE LETTER					
		U	C	A	G		
EERSTE LETTER	U	UUU Phe UUC UUA Leu UUG	UCU UCC Ser UCA UCG	UAU Tyr UAC UAA stop UAG	UGU Cys UGC UGA stop UGG Trp	U C A G	
	C	CUU CUC Leu CUA CUG	CCU CCC Pro CCA CCG	CAU His CAC CAA Gln CAG	CGU CGC Arg CGA CGG	U C A G	
	A	AUU Ile AUC AUA Met AUG	ACU ACC Thr ACA ACG	AAU Asn AAC AAA Lys AAG	AGU Ser AGC AGA Arg AGG	U C A G	
	G	GUU GUC Val GUA GUG	GCU GCC Ala GCA GCG	GAU Asp GAC GAA Glu GAG	GGU GGC Gly GGA GGG	U C A G	
						DERDE LETTER	

Deze figuur geeft de eiwitcode weer zoals je die aantreft in alle organismen. Met een 4-lettercode kunnen 64 verschillende combinaties van elk drie letters worden gemaakt, die de bouwstenen voor de eiwitten coderen: de aminozuren. De meeste aminozuren worden door meer dan één combinatie gecodeerd.

is. Maar welke functies zouden de resterende 41 combinaties kunnen vervullen?

De resterende 41 blijken ook gewoon te coderen voor één van de twintig aminozuren. Sommige aminozuren worden namelijk door verschillende combinaties gecodeerd (zie figuur). De aminozuren **serine** (Ser), **arginine** (Arg) en **leucine** (Leu) worden bijvoorbeeld op zes verschillende manieren gecodeerd. Vier codes specificeren vijf andere aminozuren: **alanine** (Ala), **glycine** (Gly), **proline** (Pro), **threonine** (Thr) en **valine** (Val). De overige aminozuren worden door één, twee of drie codes gespecificeerd.

kleine machines te bouwen die biologen **eiwitten** noemen.

DE GENETISCHE CODE

De informatie voor het maken van eiwitten is in het genoom opgeslagen. Dit gebeurt in de vorm van een soort computer-machinetaal; met 'woorden' van steeds drie letters waarbij geput wordt uit een 'alfabet' van vier letters. De beginletters van de basen in het DNA worden als de letters van die 4-lettertaal gebruikt: **G** (guanine), **C** (cytosine), **A** (adenine), **T** (thymine). In het van DNA afgeleide RNA is T vervangen door U (**Uracil**). DNA zit gewoonlijk in de kern, RNA is een 'afdruk' daarvan dat buiten de kern in de cel wordt gebruikt als mal voor de aanmaak van eiwitten.

Deze genetische code blijkt in alle levende organismen gelijk en komt overal ter wereld voor. Of je nu naar bacteriën of naar mensen kijkt, de code waarmee ze de informatie voor het maken van eiwitten over de generaties doorgeven, is dezelfde.

TE VROEG GEJUICHT

Toen vijftig jaar geleden ontdekt werd dat er maar één genetische code bestaat die door alle organismen wordt gebruikt, werd dit gevierd als een grote zege voor Darwins theorie over **gemeenschappelijke afstamming**. Het werd gezien als het definitieve bewijs dat Darwin gelijk had. Dat er binnen de wetenschap geen definitieve bewijsvoeringen bestaan, wordt eens te meer duidelijk als je kijkt naar de nieuwste bevindingen in de biologie. Want wat blijkt? Er is te vroeg gejuicht. Het definitieve bewijs voor gemeenschappelijke afstamming blijkt gewoon te maken te hebben met het ontwerp (design). Vanuit het perspectief van een intelligent design kun je je namelijk ook afvragen *waarom* er een universele genetische code bestaat. Dat vergt echter wel enig rekenwerk.

REKEN MAAR MEE

Met een **4-lettercode** kunnen 64 verschillende combinaties van elk drie letters worden gemaakt. Deze 'woorden' coderen voor de bouwstenen voor de eiwitten: de aminozuren. Omdat er maar **20** verschillende aminozuren in eiwitten voorkomen en er **64** combinaties mogelijk zijn, zijn er **44** combinaties meer dan er voor **1-op-1-codering** nodig zouden zijn. Drie daarvan worden gebruikt als stopsignalen die de moleculaire machientjes vertellen wanneer het eiwit klaar

Maar waarom is er zo'n onevenredige verdeling? Waarom is er geen code waarbinnen alle twintig aminozuren driedubbel werden gespecificeerd, plus vier stopsignalen? Dat geeft toch ook gewoon een functie aan alle 64 combinaties?

INTELLIGENT DESIGN

Met een alfabet van vier letters en 64 drie-letterwoorden zijn theoretisch miljarden

JARENLANG OVERDENKEN, TOETSEN EN TESTEN ZOU TOT DE CODE LEIDEN DIE WE NU ZIEN

verdelingen te bedenken die ook zouden kunnen dienen als een genetische code voor twintig aminozuren. Als je alle mogelijke verdelingen nader beschouwt en aan een test onderwerpt, dan komt de universele code (zoals je die in alle organismen op aarde terugvindt) er als optimaal uit om willekeurige genetische veranderingen te compenseren. Het blijkt dat deze universele genetische code de beste is voor wat betreft het tegengaan van gevol-

WEL ERG TOEVALLIG...

Er zijn een paar afwijkende codes waargenomen, maar ook deze codes blijken optimaal om genetische fouten te bufferen. Theoretisch zijn er meer dan 2 triljoen (een triljoen is miljard x miljard) codes voorstelbaar, die ook als eiwitcode zouden kunnen functioneren. Een fractie hiervan is optimaal om mutaties op te vangen. Precies deze worden teruggevonden in alle levende organismen.

Het laboratorium waarin Rosalind Franklin haar ontdekking deed.



HOE IS DNA OPGEBOUWD?

DNA bestaat uit twee strengen van nucleotiden waarbij de elkaar afwisselende desoxiribosegroepen en fosfaatgroepen de 'ruggengraten' vormen. De basen, die aan de desoxiribosegroepen zitten, leggen de verbindingen tussen de strengen. Daarbij zijn guanine- en cytosinebasen steeds met elkaar verbonden en ook adenine- en thyminebasen.

gen van mutaties, de meestal schadelijke veranderingen in het DNA! Dat is opmerkelijk. En zeer zeker in overeenstemming met wat je zou voorspellen vanuit het oogpunt van intelligent design. Het volgende voorbeeld verduidelijkt dat:

Stel, je zou een team moderne wetenschappers uitdagen om een genetische code te ontwerpen op basis van alle kennis die momenteel beschikbaar is op het gebied van de moleculaire biologie, biochemie en biofysica. Dan zouden ze na jaren van denken, ontwerpen, toetsen en testen met dezelfde code voor de dag komen die wetenschappers nu bij alle organismen in gebruik zien.

Dat is iets om over na te denken. Is de optimale genetische code die je in de natuur aantreft dan ook niet gewoon het ultieme bewijs voor intelligent design? Dezelfde code is universeel aanwezig in alle organismen. Er is daarom geen reden om aan te nemen dat de code ooit anders was. Er is ook geen reden te bedenken dat de code het product is van een geleidelijk Darwinistisch proces. Dat de best mogelijke code het gevolg zou zijn van miljoenen kleine ongelukjes in een hypothetische oersoep is dan nog slechts een kwestie van geloof. De moderne wetenschap maakt aannemelijk dat levende organismen het resultaat zijn van intelligent design en niet dat van ongecontroleerde, naturalistische processen.



ENGELSE KAT EET HET LIEFST BANANEN

Dante, de vegetarische kat

Dante weigert om doorsnee kattenvoer aan te raken, waar vlees in zit. Deze kat kiest uitsluitend voor groenten; minder vetmakend en liefst van eigen bodem. Favorieten zijn: meloenen, bananen, broccoli, rabarber, asperges, aubergines en spruitjes. Maar Dante draait ook zijn poot niet om voor een paar lekkere ongekookte aardappelen. Dante is namelijk vegetarisch.

Er zijn mensen die beweren dat katten niet zonder het eten van vlees in leven kunnen blijven. Maar de Britse kat Dante is het bewijs dat het wél kan en hij is zo gezond als een vis. Als hij zijn eten niet op tijd krijgt, is Dante zelfs in staat om de fruitschaal aan te vallen.

DIET

Ga nu niet je kat meteen op een vegetarisch dieet zetten, want dat overleeft hij waarschijnlijk niet. Met Dante is namelijk wel iets vreemds aan de hand.

Hoewel... vreemd? Waar hebben we het eerder gelezen dat dieren groenvoer eten? Sla de Bijbel open en je vindt het vooraan, in Genesis. Daar staat: 'Maar aan al het gedierte der aarde, en aan al het gevogelte des hemels, en aan al het kruipende gedierte op de aarde, waarin een levende ziel is, heb Ik al het groene kruid tot spijs gegeven.' Je kunt dus in zekere zin zeggen dat er bij Dante iets is gereset in zijn voedselvoorkeur. Terug naar de wortels, zeg maar.

WEET MEER:

Kijk hier voor nog een voorbeeld van een 'reset':
 ■ <http://bit.ly/hAc5uD>

