

■ TEKST PETER BORGER

# Waar haalt een bacterie nieuwe genen vandaan?

Stel: je bent een bacterie met een paar duizend genen, en je 'wilt' graag een mens worden met meer dan twintigduizend genen. Je zult dan ergens nieuwe genen vandaan moeten halen. Ook moet je een nieuw bouwplan hebben om een mens te bouwen en een nieuw systeem dat dat bouwplan snapt en uitvoert. **Kortom, je hebt een enorme hoeveelheid nieuwe biologische informatie nodig.** Waar haal je die vandaan?

Er doet al jarenlang een hardnekkig verhaal de ronde dat als waarheid wordt verteld. Dit verhaal gaat over een bacterie die in een mens veranderde. Niet van de ene op

zijn allemaal het resultaat van evolutie.' Dat is de boodschap, de theorie. Maar met een experiment is het in de praktijk nog nooit gelukt om resultaten te bereiken die zo'n

► Het experiment van evolutiebioloog Richard Lenski (r) levert geen ondersteuning voor de evolutietheorie.

de andere dag, maar over een periode van miljarden jaren, en in ontelbare stappen. Dit verhaal vertelt het proces waardoor alle levende wezens ontstonden door een opeenvolging van selecteerbare genetische foutjes. Daarbij gaat de verhalenverteller ervan uit dat het een enorm creatief proces moet zijn geweest. 'Kijk maar eens naar al die organismen om je heen. Ze

proces aannemelijk maken!

## MONNIKENWERK

Richard Lenski, een bioloog die verbonden is aan de universiteit van Michigan, wilde daar verandering in brengen. Hij wilde het verhaal graag in de praktijk bewijzen en had een langlopend experiment bedacht. In 1988 begon hij met één enkele stam van de gewone darmbacterie (*Escherichia coli*). Deze liet hij groeien in twaalf laboratoriumflesjes met daarin een minimaal groeime- dium. Dat diende als voedsel voor de bacterie. Het bevatte slechts één soort suiker (glucose). Dat was net genoeg voor de bacteriën om

te kunnen groeien en te reproducen. Elke dag produceerden de bacteriën ze- ven generaties nieuwe bacteriën. En elke dag werden er monsters uit de twaalf flesjes genomen en in twaalf nieuwe flesjes gedaan. Bovendien werden elke week bacteriën ingevroren, om die later te kun- nen analyseren. Echt monnikenwerk. Zo ontstonden twaalf verschillende bac- teriestammen, die jarenlang een ander evolutionair pad zouden hebben bewan- deld. Tienduizenden generaties. Samen meer dan een biljard bacteriën (een bil- jard = miljoen x miljard; een 1 met 15 nul- len).

## GIGA-EXPERIMENT

Je zou verwachten dat je met zo'n giga- experiment toch echt wel een begin van evolutie kunt aantonen. Na tien jaar ex- perimenteren verschenen de eerste resul- taten in de literatuur. Die waren beslist opzienbarend. Hieronder een samenvat- ting van deze en latere publicaties:

### 1) DE ORGANISMEN HADDEN NA VIJFTIEN JAAR EEN 70% HOGERE REPRODUCTIESNELHEID TEN OP- ZICHTE VAN DE OORSPRONKELIJKE BACTERIESTAM.

Dit is logisch. Als je sneller nakomelingen produceert dan je buurman, en je kinde- ren en kleinkinderen ook weer, dan zal na een aantal generaties de hele stad uit jouw nakomelingen bestaan. Dat is – een- voudig gezegd – het principe van Darwins natuurlijke selectie. Natuurlijke selectie is feitelijk niets anders dan het verschil in reproductiesnelheid.

En als voedsel geen beperkende factor is,

zoals in dit experiment, dan kun je rustig genen verliezen die normaal gesproken nodig zijn om de celdeling af te remmen. Bacteriën die deze genen verliezen, kun- nen namelijk nóg sneller reproducen. Hun nakomelingen zullen de hele popu- latie gaan domineren.

### 2) DE ORGANISMEN HADDEN NA VIJFTIEN JAAR GENETISCHE INFOR- MATIE VERLOREN DIE ZE TOCH NIET GEBRUIKTEN.

**LENSKI KWEEKTE MEER DAN EEN BILJARD BACTERIËN; EEN 1 MET 15 NULLEN!**

Zo waren ze bijvoorbeeld de genen kwijt voor het verwerken van andere suikers. Wat zegt dit? Ge- bruik je een gen niet, dan is het over- bodig. Vaak raak je door een mutatie zo'n gen gewoon

kwijt. Dit staat bekend als 'use it or lose it'.

### 3) DE VERSCHILLEN TUSSEN DE OORSPRONKELIJKE STAM UIT 1988 EN DE STAMMEN DIE VIJFTIEN JAAR HADDEN 'GEËVOLUEERD', WAREN REEDS NA TWEE JAAR AANWEZIG.

Daarna vonden er vrijwel geen verande- ringen meer plaats. 'Evolutie' is dus helemaal niet een proces van miljoenen jaren. Het is ook niet on- begrensd, zoals de Darwinisten denken. Zelfs als je een enorm aantal organismen neemt, blijkt het 'evolutieproces' eindig.

### 4) EEN AANTAL BACTERIESTAM-

### MEN DAT LENSKI NA VIJFTIEN JAAR VERKREEG, HAD ONAFHANKELIJK VAN ELKAAR PRECIES DEZELFDE EI- GENSCHAPPEN VERKREGEN.

's Werelds langstdurende evolutionaire experiment toont dus aan dat 'evolutie' zich herhaalt. Veel onderzoekers nemen aan dat dit komt doordat dezelfde wille- keurige mutaties zich door natuurlijke se- lectie over de populatie verspreiden. Het zou echter ook kunnen zijn dat mutaties helemaal niet zo willekeurig zijn, maar dat de cel over een mechanisme beschikt om op niet-willekeurige wijze juist dfe specifieke mutaties te introduceren die het nodig heeft.

### 5) DE VERANDERINGEN KONDEN GROTENDEELS WORDEN VERKLAARD DOOR REEDS AANWEZIGE DNA-ELE- MENTEN.

Denk daarbij aan delen van het DNA (zogenaamde IS-elementen) die zich in het genoom kunnen verplaatsen en die als schakelaars voor het aan- en uitzetten van genen kunnen dienen. Wat zegt dit? Deze genetische elementen vallen natuurlijk niet zomaar uit de lucht. De IS-elementen waren al vanaf het begin van het experiment in het genoom van de bacterie aanwezig. Er werden slechts kopieën van gemaakt, die zich door het genoom verspreidden. Deze bepaalden de nieuwe, aan de omstandigheden aan- gepaste typen.

### 'GREATEST SHOW'

Tijdens dit experiment zijn geen nieuwe genen ontstaan. Voor 'het grootste spek-

takel ter wereld', zoals de Britse schrijver Richard Dawkins de Dar- winistische evo- lutie noemt, is dit een nogal mager resultaat. Als bac- teriën in mensen moeten veranderen, dan verwacht je toch op z'n minst dat er ergens ooit nieuwe genetische informatie bij komt? Maar wat het experiment van Lenski toonde, was het omgekeer- de: er verdween informatie.

Dit is in overeenstemming met de verwachtingen van verschillende we- tenschappers die uitgaan van creatie. Natuurlijk was dit onacceptabel voor Lenski en anderen die het Darwinistische uitgangspunt hebben. In 2008 kwam Lenski dan ook met een nieuwe analyse, waarin hij aangaf dat er wel de- gelijk nieuwe genen waren geëvolueerd. Lenski beweerde dat er een nieuwe biochemische route was ontstaan om de stofjes die in het groeime- dium aanwezig was) te gebruiken om te groeien en te re- produceren. Maar ook hier blijkt het om een aanpas- sing te gaan op basis van een verlies van biologische informatie in de reeds aan-wezige genen.

## OPBRENGST

Lenski's experiment toont dat het DNA van micro-organismen extreem dyna- misch is. Daardoor kunnen ze zich heel erg snel aanpassen aan veranderende omstandigheden. Dit komt doordat ze zijn uitgerust met speciaal daarvoor ontworpen DNA-elementen. Dat zijn een soort genen die zichzelf in het genoom kunnen verplaatsen en daardoor vari- atie genereren. Nu deze 'variatie-inducerende geneti- sche elementen' zijn ontdekt, kunnen wetenschappers veel beter begrijpen waarom micro-organismen zich zo ge- makkelijk aan allerlei speciale omgevin- gen kunnen aanpassen. Aanpassingen worden hier niet door toevallige muta- ties veroorzaakt, maar door een mecha- nisme dat al in het genoom van de bacte- rie aanwezig is! Er is dus helemaal geen

► Lenski toont aan dat bacteriën zich snel kunnen aanpassen aan veranderende omstandigheden.



nieuwe genetische informatie nodig voor aanpassingen. Hoogstens gaan er genen verloren door- dat er een IS-element in kruipt, en waar- door zo'n gen inactief wordt.

## GEEN SCHOOLVOORBEELD

De genetische elementen die de variatie induceren waren reeds onderdeel van de bacteriën waarmee Lenski in 1988 be- gon. Dit experiment is dus geen school- voorbeeld om de evolutie van microbe tot mens aan te tonen. Zelfs na duizen-

**KUN JE RIJK WORDEN DOOR STEEDS EEN BEETJE GELD TE VERLIEZEN?**

den generaties was de *Escherichia coli* nog steeds wat het al was: een gewone darmbac- terie. De 'microbi- ele evolutie' die Lenski waarnam, is dus van een heel

andere orde dan die nodig is voor Dar- winistische evolutie, waarbij microben in microbiologen veranderen. Door steeds een beetje informatie te verliezen kan een bacterie namelijk nooit een stapje hoger komen. Of, zoals Lee Spetner het ooit kernachtig uitdrukte: 'Je kunt niet rijk worden door steeds een beetje geld te verliezen.'

### WEET MEER:

- Papadopoulos D, Schneider D, Meisser-Eiss J, Arber W, Lenski RE, Blot M. Genomic evolution during a 10,000-generation experiment with bacteria. *Proc Natl Acad Sci USA* 1999, volume 96, pages 3807-12.
- Cooper TF, Rozen DE, Lenski RE. Parallel changes in gene expression after 20,000 gene- rations of evolution in *Escherichiacoli*. *Proc Natl Acad Sci USA* 2003, volume 100, pages 1072-7.
- Blount ZD, Borland CZ and Lenski RE. Historical contingency and the evolution of a key innovation in an experimental population of *Escherichia coli*. *PNAS* 2008, volume 105, pages 7899-7906.
- [www.tiny.cc/Lenski](http://www.tiny.cc/Lenski)
- P. Scheele, *Degeneratie*, 1997.
- L. Spetner, *Not by Chance*, 1996.
- P. Borger, *Terug naar de oorsprong*, 2009.



Eén van de belangrijkste experi- menten van de afgelopen decen- nia om evolutie aan te tonen, geeft precies het tegengestelde

aan: na vijftien jaar 'evolutie' en biljoenen mutaties blijken de bac- teriën vooral biologische inform- atie te hebben verloren.