

Referate

Die menslikheidsbeginsel*

J.C.A. Boeyens

Universiteit van die Witwatersrand, Jan Smutslaan 1, Johannesburg 2001

UITTREKSEL

Die fundamentele natuurkonstantes is so gevoelig ingestem om biologiese lewe te onderhou en die toeval is statisties so onwaarskynlik, dat die toevallige ontstaan van die kenbare heelal deur 'n gelukkige sameloop van omstandighede beslis verwerp kan word. Die menslikheidsbeginsel verduidelik die ooreenstemming. Die verband van die menslikheidsbeginsel met baie-wêreld-holistiese modelle word bespreek.

ABSTRACT

The anthropic principle

The fundamental constants of nature are tuned so delicately to support biological life and the coincidence is statistically so improbable that accidental origin of the known universe can be ruled out with certainty. The anthropic principle explains this contingency. The relationship with many-world holistic models is discussed.

Menslikheidsbeginsel is 'n vertaling vir die Engelse *Anthropic Principle*. Hierdie beginsel is vir die eerste keer voorgestel deur Robert Dicke¹ van Princeton Universiteit in 1961 en is sedertdien waarskynlik meer dikwels buite as binne die korrekte verband gebruik. Vir die doeleindes van hierdie simposium is dit veral van pas, aangesien dit 'n duidelike insig in die ouderdom van die heelal verskaf.

Die menslikheidsbeginsel is postuleer as 'n wetenskaplike verduideliking van talle onverklaarbare verwantskappe tussen verskillende natuurwette en die fyn balans tussen fundamentele konstantes, wat blykbaar baie delikaat ingestem is om biologiese lewe moontlik te maak. Dit lyk inderwaarheid asof die heelal spesiaal vir die mens ontwerp is, aangesien biologiese lewe, soos ons dit ken, alleen kon ontwikkel deur evolusie in 'n baie besondere omgewing – so besonder dat dit nie toevallig kan wees nie.² Hierdie feite word dikwels teologies uit verband geruk. Daar word gesê dat geen statistiek soveel toevallighede kan toelaat nie en dat daar noodwendig 'n verhewe argitek of beplanner agter die werklikheid moet wees. Laat ons derhalwe sommige aspekte van hierdie onmoontlike toeval van nader beskou.

Reg aan die begin, by die oerknal, 'n vertaling van *Big Bang*, is net die regte hoeveelheid (20%) van die beskikbare waterstof in helium omgesit.³ Geen ander verhouding tussen H en He kon ooit lei tot die vorming van die tipe sterre wat in die bekende heelal voorkom nie. Die verhouding hang af van die waarde van die sogenaamde elektromagnetiese fynstruktuurkonstante, $\alpha = 2\pi e^2/hc = 1/137$. Vir enige ander waarde van hierdie fundamentele konstante sou geen bewoonbare planete en dus geen lewe in die heelal

kon voorkom nie. Belangriker nog: Was dit nie vir 'n klein verskil in die opbrengs van elektrone en positrone nie, sou geen materie in die vorm van atome die oerknal kon oorleef nie.

Gestel, een stap verder, dat die universele swaartekragkonstante 'n ander waarde sou hê. Was dit effens kleiner, sou kosmiese gaswolke nie tot sterrestelsels kon kondenseer nie, en was dit ietwat groter, sou stroming in sterre onderdruk gewees het en die onstabiliteite wat supernovas veroorsaak, sou nie kon voorkom nie. Die swaar elemente wat nodig is vir die vorming van planete, sou dus nie gevorm kon word nie. Nog 'n toeval. 'n Ander fundamentele konstante is die verhouding tussen die massa van 'n proton en elektron. Die vorming van molekule is krities afhanklik van hierdie waarde. As dit selfs net een persent verskillend was van die werklike waarde, dan sou geen molekule die regte stabiliteit hê om lewensprosesse moontlik te maak nie. Beskou maar die koppelingskonstante vir sterk wisselwerking wat verantwoordelik is vir die kragte wat neutrone en protone in atoomkerne saambind. As dit effens swakker was, sou geen ander elemente as waterstof kon bestaan nie. As net een van hierdie faktore sou verander, is die moontlikheid van biologiese lewe daarmee heen, Is dit alles toevallig of is dit so beplan? Of is daar 'n derde moontlikheid?

Dit is nog nie die einde van die toeval nie.⁴ Daar is drie tipes sterre: blou reuse, rooi dwerge en intermediêre sterre, soos die son. Vir 'n ster om lewe te onderhou is twee dinge nodig. Dit moet lank genoeg bestaan sodat lewende organismes kan evolueer en dit moet voldoende energie uitstraal om 'n bewoonbare gedeelte in die ruimte te verwarm met 'n planeet in 'n stabiele baan in daardie gebied. Nóg die blou reus nóg die rooi dwerg voldoen aan die vereiste. Die blou reus brand te gou uit en die rooi dwerg straal te swak uit. Die son is net reg. Gestel die swaartekrag-

*'n Referaat gelewer tydens die Afdeling Chemie van die Suid-Afrikaanse Akademie se simposium oor *Die kosmiese horlosie*, Pretoria, 2 Mei 1986.

konstante was een grootte-orde hoër of laer – dan sou alle sterre òf blou reuse òf rooi dwerge gewees het en geen planeet sou bewoonbaar gewees het nie. So kan 'n mens voortgaan, byvoorbeeld: die spesiale grootte en posisie van die aarde. Die aarde is groot genoeg om rotasie om sy as vol te hou en te sorg vir 'n gelykmatige klimaat, dog klein genoeg om beweeglike lewensvorme te onderhou. Dit beskik oor voldoende water in die vloeibare vorm. Dit word eweneens moontlik gemaak deur die spesiale chemiese eienskappe van water, wat weer eens afhang van die sterkte en eienskappe van waterstofbindings.

Die aanvaarde argument is dat lewe op aarde ontwikkel het omdat alle omstandighede presies reg was. Min mense dink daaraan om die omgekeerde argument aan te voer: Die planeet het al die spesiale eienskappe, wat afhang van die uiters spesiale waardes van fisiese konstantes, omdat daar lewe op aarde is. Dit lyk aanvanklik na 'n onnosel redenasië om te sê dat die blote teenwoordigheid van intelligente lewe kan dien as verduideliking van die struktuur van die ganse heelal. Dit, egter, is die menslikheidsbeginsel. Laat ons begin by 'n waarneming van Dirac⁵ oor die eienaardige verwantskap wat bestaan tussen drie fundamentele, dimensielose getalle met belangrike betekenis in die astrofisika: die swaartekragkoppelingskonstante, die ouderdom van die heelal in atoom-eenhede (Die Hubble-ouderdom) en die aantal massiewe deeltjies, soos protone en neutrone, in die heelal. Die swaartekragkoppelingskonstante is 'n maat vir die sterkte van swaartekrag, $\simeq 10^{-40}$. Die Hubble-ouderdom verwys na die tyd sedert die oerknal, soos gemeet volgens die tempo waarteen die heelal uitsit. Gemeet in eenhede van die tyd benodig vir lig om oor 'n afstand gelyk aan die straal van 'n proton te beweeg, het dit die waarde van 10^{+40} . Die aantal protone en neutrone in die waarneembare gedeelte van die heelal is 10^{80} . Volgens Dirac was die duidelike verband tussen die drie groothede te opvallend vir toeval. Die toeval is nog groter in die lig van die toenemende ouderdom van die heelal. Waarom sal die verwantskap juis nou na vore kom? En waarom is die verband nie te alle tye geldig nie?

Niemand het Dirac eintlik ernstig opgeneem nie, behalwe Dicke, met die gedagte¹ dat daar 'n kousale verband tussen die drie getalle bestaan. Volgens Mach se beginsel⁶ is die traagheidsmassa van 'n deeltjie afhanklik van sy swaartekragwisselwerking met materie op 'n afstand. Die swak gravitasiekragte is dus toe te skryf aan die enorme hoeveelheid massa op groot afstande in die heelal. As hierdie beginsel aanvaar word, moet daar duidelik 'n numeriese verband bestaan tussen die swaartekragkoppelingskonstante en die aantal massiewe deeltjies, oftewel die hoeveelheid materie, in die heelal. Minder opvallend is waarom albei hierdie getalle verband hou met die Hubble-ouderdom. As Mach se beginsel geld, moet dit geldig bly vir alle tye en moet die verwantskappe nie net in die huidige bestaan nie. Weer eens lyk dit of die mens op 'n bevoorregte en derhalwe onwaarskynlike tydstop verskyn het.

Dicke se antwoord was dat die Hubble-ouderdom

afhang van die toestande wat lewe onderhou. 'n Bewoonde heelal kan nie jonger wees as die duur van die kortste sterreleef tyd nie. Dit kan ook nie veel ouer wees as die leeftyd van 'n tipiese ster nie; anders sou die meeste sterre met lewende planete alreeds uitgebrand gewees het. Die Hubble-ouderdom moet dus rofweg ooreenstem met die ouderdom van 'n ster. Gegee dat die mens bestaan, kan die Hubble-ouderdom nie veel verskil van die waarde wat dit wel het nie. Dirac se numeriese verwantskappe verwys dus nie na enige moontlike evolusionêre heelal nie, maar slegs na die heelal wat vandag deur wetenskaplikes waargeneem word.

Deur aan te toon dat die Hubble-ouderdom nie willekeurig is nie, het Dicke 'n normale wetenskaplike prosedure gevolg. Sy argument verskil egter van die normale wat, volgens deduktiewe logika, uitgaan van 'n basiese aanname na 'n afgeleide resultaat. Dit herlei die toekoms na die verlede, terwyl Dicke se argument die omgekeerde tydsverloop het. Hy stel 'n huidige toestand (die bestaan van die mens) as verduideliking van 'n verskynsel in die verlede.

Dicke se menslikheidsbeginsel het dadelik aanklank gevind in die kosmologie, veral in die hande van Steven Hawking by Cambridge in die verduideliking van die isotropie van die heelal.⁷ Van die menige moontlike uitgangstoestande kan slegs 'n paar herlei word tot die waargenome isotropiese heelal. Die antwoord is om die aantal moontlike uitgangsmoedele te beperk, nie volgens 'n voorafgaande voorwaarde nie, maar volgens 'n latere een. Dit beteken dat die mens wel 'n spesiale posisie in die heelal beklee, in teenstelling met Copernicus se idees.⁸

Die posisie van 'n intelligente waarnemer is inderdaad spesiaal, aangesien dit baie spesiale toestande van temperatuur en chemiese omgewing vereis. Hierdie siening is in lyn met die baie-wêreld-model van kwantumteorie.⁹⁻¹¹ Die beweging van 'n kwantumdeeltjie word beskryf deur 'n golffunksie wat 'n oneindige aantal posisies toelaat, totdat 'n waarneming gemaak word. Dan word die posisie vasgelê by 'n punt. Volgens die baie-wêreld-model is daar geen verskil tussen die waargenome posisie en al die ander posisies wat met nie-nul waarskynlikheid deur die golffunksie toegelaat word nie. Wat tydens 'n meting gebeur, is dat een wêreld geselekteer word uit 'n oneindige aantal moontlikhede. Die golffunksie beskryf nog steeds die totaliteit van die ander wêreld. Hierdie skynbaar bizarre model kan nie uitgekakel word op grond van fisiese getuienis nie. Die enigste beperking op 'n wêreld is dat dit nie selfweersprekend kan wees nie.⁴ Daar is nie 'n wêreld waarin Caesar sowel die Rubicon oorsteek as dit nie oorsteek nie. In terme van die menslikheidsbeginsel is slegs 'n wêreld wat die bestaan van 'n organisme wat as waarnemer kan optree, 'n werklikheid.¹²

Beskou as 'n voorbeeld wêreld waarin die swaartekragkonstante alle waardes van swak tot sterk kan aanneem. Die menslikheidsbeginsel verduidelik dan waarom ons in 'n wêreld leef waarin dit 'n bepaalde waarde het, soos waargeneem. Dit bestaan van 'n waarnemer is dus nou gekoppel aan die waarde van

hierdie en ander konstantes. Net so voer Hawking aan dat aangesien die bestaan van sterrestelsels 'n noodwendige voorvereiste is vir die ontwikkeling van enige vorm van intelligente lewe, is die feit dat ons 'n isotropiese heelal waarneem 'n gevolg van ons bestaan. 'n Mens kan dit interpreteer dat 'n heelal alleen reël kan wees as dit op so 'n wyse evolueer dat waarnemers ontstaan. Hierdie standpunt is op die raakvlak tussen wetenskap en metafisika en dit is waarheen die menslikheidsbeginsel noodwendig lei.¹³

Die wetenskap is noodwendig gemoeid met reproduceerbare of herhaalbare verskynsels. Unieke gebeure is buite die veld van die wetenskap. Dit skakel inderwaarheid as wetenskaplike onderwerp die werking van die heelal, gesien as 'n unieke verskynsel, uit, tesame met die bestaan, begintoestand, evolusie, dimensionaliteit en ouderdom daarvan. Eweneens is die ondersoek van die fundamentele boustene van die heelal 'n unieke geval en buite die bestek van die wetenskap. Die rigting van teoretiese fisika is ook na die metafisika. 'n Omvattende teorie (Unified theory) reduceer die wetenskap na 'n unieke verskynsel en skakel wetenskaplike toetsing uit. Die een gegewe waarmee die uiteindelijke omvattende skema moet strook, is die bestaan van menslike wesens en die noodwendige verwantskappe tussen fundamentele konstantes wat daarmee saamhang. Dit spesifiseer een samehangende geheel waarin alle onderafdelings interafhanklik van gelyke waarde, ewe belangrik en ewe fundamenteel is. Dit is die holistiese beskrywing van die heelal, 'n ou begrip¹⁴ van steeds toenemende belang in die moderne wetenskap.^{15,16} Net soos die wette van die fisika gebruik kan word om die bestaan van lewe te verklaar, net so kan die bestaan van intelligente lewe dien om die nodige kondisies vir lewe te verklaar. Dit is weer eens die menslikheidsbeginsel.

Die huidige status van die menslikheidsbeginsel is nog nie dié van 'n wetenskaplike teorie nie en die

sienswyse bestaan¹⁷ dat dit nooit hierdie status sal bekom nie. Hierteenoor bestaan die mening dat dit die naaste aan 'n uiteindelijke verklaring ooit verteenwoordig¹³ en saamval met die finale doelwit van die fisika.¹⁸ Dit lei tot die slotsom dat 'n persoon sonder sintuie nog van homself bewus is, sonder twyfel. Daarom, *cogito ergo sum*.

VERWYSINGS

1. Dicke, R.H. (1961). Dirac's cosmology and Mach's principle *Nature*, 192, 440-441.
2. Carr, B.J. & Rees, M.J. (1979). The Anthropic principle and the structure of the physical world, *Nature*, 278, 605-612.
3. Sellschop, J.P.F. (1987). Hierdie simposium.
4. Gale, G. (1981). The anthropic principle, *Scientific American*, 245, 114-122.
5. Dirac, P.A.M. (1937). The cosmological constants, *Nature*, 139, 323.
(1938). A new basis for cosmology, *Proc. Roy. Soc.*, 165A, 199-208.
6. Rosen, J. (1981) Extended Mach principle, *Am. J. Phys.*, 49, 258-264.
7. Collins, C.B. & Hawking, S.W. (1973). Why is the universe isotropic? *Astrophys. J.*, 180, 317-334.
8. Carter, B. (1974). In *Confrontation of Cosmological theories with observational data*, Longair, M.S. (ed.) (Reidel, Dordrecht) P. 291.
9. De Witt, B.S. (September 1970). Quantum mechanics and reality, *Phys. Today*, 23(9), 30-35.
10. Everett, H. (1957). "Relative state" formulation of quantum mechanics, *Rev. mod. phys.* 29, 454-462.
11. Smolin, L. (1984). In *Quantum Theory of Gravity*, Christensen, S.M. (ed.) (Adam Hilger, Bristol) p. 431.
12. Misner, C.W., Thorne, K.S. & Wheeler, J.A. (1973). *Gravitation* (Freeman, San Francisco) Chapter 44.
13. Rosen, J. (1985). The anthropic principle, *Am. J. Phys.* 53, 335-339.
14. Smuts, J.C. (1926). *Holism and Evolution* (MacMillan, London).
15. Boeyens, J.C.A. (1986). Holism and Chemistry, *South African Journal of Science*, 82, 361-363.
16. Ellis, G.F.R. (1979). The world's environment: The universe, *South African Journal of Science*, 75, 529-533.
17. Kanitschneider, B. (1985). Physikalische Kosmologie und anthropisches Prinzip, *Naturwiss.* 72, 613-618.
18. Hawking, S.W. (1980). Is the end in sight for theoretical physics? (Univ. Press, Cambridge).