

Is ons universum deterministisch?

Filosofische en theologische bijdragen aan een theologie van Gods handelen

TAEDE SMEDES

Nederlands Theologisch Tijdschrift 55 (2001), 313-327

Inleiding

Voor de traditie van het christelijk geloof is een centrale notie dat God actief betrokken is in de wereld en in en bij het leven van de gelovige. Hoewel God als Schepper de wereld transcendeert, laat Hij deze wereld niet aan haar lot over, maar oefent God actief invloed uit op de ontwikkeling van de wereld om bepaalde doelstellingen te realiseren. Voor veel mensen maakt deze geloofsuitspraak religieuze activiteiten als bijvoorbeeld bidden zinvol. Immers, wanneer God niet actief kan antwoorden, dan vervalt de noodzaak tot bidden; de overtuiging dat God 'hoort' behoort tot de logica van het gebed. In een dergelijke religieuze context is de conceptuele verheldering van de verhouding tussen Gods actieve handelen en de zelfstandigheid en wetmatigheid van de wereld niet direct aan de orde. Echter, binnen de filosofisch gerichte theologie sinds de Verlichting, waarin de methodologie van de empirische wetenschappen maatgevend werd, is de vraag naar Gods handelen en de zelfstandigheid en wetmatigheid van de wereld centraal geworden. De ontwikkeling van de natuurwetenschappen leidde tot het huidige wereldbeeld waarin ons universum eigen wetmatigheden kent waaraan alles zonder uitzondering onderhevig is, en waarvan de details door natuurwetenschappelijk onderzoek worden blootgelegd. Een natuurwetenschappelijke beschrijving van ons universum kan zeer goed zonder verwijzing naar 'bovennatuurlijke' oorzaken. Het universum lijkt een zelfstandig en gesloten geheel, waarin niets gebeurt zonder natuurlijke oorzaak. Daarmee wordt de vraag naar een transcendente godheid die ingrijpt in de wereldgeschiedenis een nijpend probleem, waarmee in de afgelopen decennia stevig is geworsteld, niet alleen door theologen, maar ook door (gelovige) natuurwetenschappers zelf. In feite wordt bij de problematisering van Gods handelen de vraag actueel hoe natuurwetenschap zich verhoudt tot theologie of religieus geloven.

De conceptualisering van het probleem van Gods handelen is vooral actueel omdat sinds het begin van de 20^e eeuw de wetenschap een enorme vooruitgang heeft geboekt op allerlei terreinen, maar momenteel in een stroomversnelling lijkt te zijn geraakt. Volgens sommige radicale wetenschappers, zoals Steven Weinberg, duurt het dan ook niet lang meer voordat een algehele systematisering van kennis in een *theory of everything* zal plaatsvinden.¹ Vanuit een dergelijke alomvattende theorie zou de geschiedenis van het universum volledig beschrijfbaar en verklaarbaar zijn – een ultieme triomf van de menselijke rede, 'for then we would know the mind of God'.² Achter dergelijke 'scientistische' tendensen gaan drie presupposities schuil. Ten eerste, dat ons universum in zichzelf al de componenten bevat om haar ontstaan, bestaan en ontwikkeling te beschrijven en te verklaren; dit is de presuppositie van een gesloten universum. Ten tweede, dat de ontwikkeling van het universum en alles wat erin is, niet onderhevig is aan het toeval, maar aan wetmatigheden die we kunnen ontdekken, beschrijven en verklaren; dit is de presuppositie van een deterministisch universum. En ten derde, dat de natuurwetenschap in principe in staat is om beide voorgaande presupposities te verifiëren. Hier komen theologen en gelovige natuurwetenschappers in een dilemma terecht. Enerzijds kan men het succes van de natuurwetenschappen moeilijk ontkennen, en bovendien zou men zichzelf wetenschappelijk alsook

¹ S. Weinberg, *Dreams of a Final Theory: The Search For The Fundamental Laws Of Nature*, London 1993. Voor kritiek zie: J.D. Barrow, *Theories of Everything: The Quest for Ultimate Explanation*, Oxford 1990.

² S. Hawking, *A Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes*, London 1988, 185.

maatschappelijk volstrekt buitenspel zetten indien men dit zou proberen. De wetenschappelijke rationaliteit doordrenkt immers in de huidige maatschappelijke context alle facetten van het menselijk doen en denken.³ Anderzijds echter, lijkt vanuit deze presupposities iedere mogelijkheid om te spreken over een transcendente en handelende God afgesloten.

Verscheidende theologen en natuurwetenschappers hebben er dan ook voor geopteerd over Gods handelen te spreken binnen het kader van het natuurwetenschappelijk discours. Dit betekent dat wordt gepoogd om Gods handelen in overeenstemming te brengen met moderne natuurwetenschappelijke theorieën. Voorbeelden van aantrekkelijke contemporaine theorieën zijn de quantumtheorie en chaos- en zelforganisatietheorieën. Vooral chaos en zelforganisatie doen het goed, mede omdat binnen deze theorieën determinisme en toevalsprocessen naast elkaar lijken te kunnen bestaan. John Polkinghorne, Arthur Peacocke, Philip Clayton en in eigen land Sjoerd Bonting maken zich sterk voor modellen van Gods handelen in termen van chaos en zelforganisatie.⁴ Toch blijven bij een dergelijke benadering de drie ‘scientistische’ presupposities in meer of minder sterke mate gehandhaafd, waardoor op fundamenteel niveau de problemen blijven bestaan. In dit artikel wil ik een aantal fundamentele vragen aan de orde stellen.

Probleem- en vraagstelling

Veel van de huidige discussies tussen theologie en wetenschap cirkelen dus fundamenteel rondom deze vraag: Hoe kunnen we modellen van Gods handelen in de wereld ontwikkelen die in overeenstemming zijn met resultaten van natuurwetenschappelijk onderzoek? Twee vragen die ik in dit artikel wil behandelen raken direct aan deze kwestie. De eerste vraag is of het mogelijk is om binnen een natuurwetenschappelijk discours te spreken over God die handelt in ons universum, of negatief gesteld: sluit wetenschap de mogelijkheid van Gods handelen uit? De tweede vraag is of het natuurwetenschappelijk godsbegrip – als dat mogelijk is – overeenkomsten kan hebben met het christelijk godsbegrip. Het uitgangspunt is dat Gods handelen in ons universum wordt uitgesloten indien het universum deterministisch is. In dat geval is ons universum een ‘gesloten’ ruimte waarbinnen de voldoende voorwaarden voor wetenschappelijke verklaringen in principe besloten liggen. De vraag naar de mogelijkheid van Gods handelen wordt dan verder toegespitst op de vraag of we doorslaggevende redenen hebben om aan te nemen dat ons universum deterministisch is.

Determinisme en natuurwetenschap

Een eerste kwestie is wat onder ‘determinisme’ verstaan moet worden.⁵ Wie filosofische naslagwerken raadpleegt, komt verschillende velden van betekenissen tegen. Onder *metafysisch determinisme* kan verstaan worden: de totaliteit van wat bestaat bepaalt op unieke wijze iedere mogelijke toekomstige toestand van die totaliteit. Wetenschappelijk determinisme wordt vaak beschouwd als een verbijzondering van dit metafysisch determinisme. Voor ons betoog zijn de volgende twee omschrijvingen van

³ Hoewel dit een enigszins controversiële stelling is, zijn er goede argumenten voor te geven. Zie bijvoorbeeld J.W. van Huyssteen, *The Shaping of Rationality: Toward Interdisciplinarity in Theology and Science*, Grand Rapids 1999; M. Stenmark, *Rationality in Science, Religion, and Everyday Life: A Critical Evaluation of Four Models of Rationality*, Notre Dame 1995; P. Clayton, *The Problem of God in Modern Thought*, Grand Rapids 2000.

⁴ Zie bijvoorbeeld: J. Polkinghorne, *Belief in God in an Age of Science*, New Haven/London 1998; A. Peacocke, *Paths from Science Towards God: The End of all our Exploring*, Oxford 2001; P. Clayton, *God and Contemporary Science*, Edinburgh 1997; S.L. Bonting, *Mens, chaos, verzoening: natuurwetenschappelijk en theologisch gezien*, Kampen 1998.

⁵ Uit een enorme hoeveelheid literatuur noem ik hier slechts twee standaardwerken: R. Taylor, *Metaphysics. Fourth Edition*, Englewood Cliffs N.J. 1992; R. Weatherford, *The Implications of Determinism*, London/New York 1991.

wetenschappelijk determinisme voldoende: (a: ontologisch) gegeven het verleden is er slechts één toekomst mogelijk; (b: epistemologisch) gegeven kennis van alle voorwaarden en wetmatigheden in ons universum op een bepaald tijdstip, is het mogelijk om de ontwikkeling van de geschiedenis te verklaren en te voorspellen. Omschrijving (b) geeft voorspelbaarheid een centrale plaats en wordt vaak in verband gebracht met de ‘demon van Laplace’. Sommige filosofen, zoals John Earman, willen de doctrine van determinisme loskoppelen van haar implicaties, zoals voorspelbaarheid.⁶ John Dupré en Patrick Suppes hebben echter overtuigend betoogd dat de relevantie van determinisme juist ligt in de capaciteit tot het voorspellen van fenomenen.⁷

Een volgende vraag is of determinisme van belang is voor natuurwetenschappelijk onderzoek. Ik ben van mening dat enige vorm van determinisme cruciaal is voor het bedrijven van natuurwetenschappelijk onderzoek. Determinisme is feitelijk de overtuiging dat de natuur een fundamentele, structurele en onveranderlijke *orde* kent, dat die orde allesdoordringend is, en dat wij die orde kunnen doorgronden. Ontologie en epistemologie komen hier samen in onze queeste naar kennis. Het huidige wetenschappelijke onderzoek is er echter van doordrongen dat rationele reflectie op die orde niet voldoende is om haar te doorgronden. Het is door die orde actief te benaderen, erin te interveniëren en te manipuleren door middel van *experimenten* dat wetenschap kennis poogt te vergaren. Toch is menselijke kennis ook feilbare kennis. Deze feilbaarheid is een eigenschap die wetenschap noodzakelijkerwijs kritisch en empirisch maakt. Feilbaarheid zoekt naar verfijning, verificatie en falsificatie, waarbij de empirische realiteit als ultieme scheidsrechter fungeert.⁸ Dit houdt in dat experimenten herhaald moeten worden; *herhaalbaarheid* is derhalve een van de basisvoorwaarden van wetenschap.⁹ Deze methoden van experiment en herhaalbaarheid worden echter gefundeerd in de overtuiging dat er een intiem verband bestaat tussen oorzaak en effect, ofwel *causaliteit*: als ik dit doe, zal dat het effect zijn, en als ik dit experiment morgen onder exact dezelfde voorwaarden herhaal, zal het effect precies hetzelfde zijn. Naast causaliteit wordt de stabiliteit en betrouwbaarheid van de werkelijkheid ook verondersteld in de methode van *inductie*, de redenering van het bijzondere naar het algemene. Sinds Hume is men tot het besef gekomen dat causaliteit en de methode van inductie niet gerechtvaardigd kunnen worden door louter een beroep op ervaring. Niettemin zijn beide een noodzakelijk ingrediënt van wetenschap, zonder welke geen enkele *natuurwet* geformuleerd en geen enkele *theorie* opgesteld zou kunnen worden. En theorieën zijn noodzakelijk om experimentele resultaten te vertalen in conceptuele ‘kaarten’ of modellen met behulp waarvan we onze weg in het universum kunnen vinden. Wij bouwen theorieën op grond van patronen die wij zien in de dingen die we waarnemen.

We zien dus dat de wetenschappelijke ingrediënten van experiment, herhaalbaarheid, causaliteit, inductie, natuurwetten en theorieën, gebaseerd zijn op een diepgewortelde overtuiging dat de natuur structureel van moment tot moment hetzelfde blijft. Bovendien is een wetenschappelijke veronderstelling dat we die deterministische orde der natuur kunnen beschrijven in termen van zichzelf, dat wil zeggen dat verklaringen van natuurlijke fenomenen en de oorzaken van hun optreden te vinden zijn binnen het rijk van de natuur. De wetenschap heeft derhalve geen behoefte aan ‘bovennatuurlijke’ causale factoren voor haar verklaringen, en enige vorm van determinisme, zo mogen we concluderen, is daarmee een noodzakelijke voorwaarde voor wetenschap.

⁶ J. Earman, *A Primer on Determinism*, Dordrecht etc. 1986, 7vv.

⁷ J. Dupré, *The Disorder of Things: Metaphysical Foundations of the Disunity of Science*, Cambridge Mass./London 1993, 175. P. Suppes, *Probabilistic Metaphysics*, Oxford 1984, 31v.

⁸ Althans in een zgn. ‘naturalistische’ wetenschapsopvatting; zie A.A. Derksen, *Wetenschap of Willekeur: Wat is wetenschap*, Muiderberg 1996³, 39.

⁹ Derksen, *Wetenschap*, 52.

Kritiek op determinisme

Sommige filosofen beoordelen deze visie op determinisme in wetenschap als onbevredigend. De wetenschapsfilosoof John Dupré heeft twee kritische argumenten op dit determinismebegrip geformuleerd. Ten eerste meent hij dat determinisme niet volledig empirisch gestaafd kan worden. Het gaat er niet om dat er geen empirisch bewijs is, maar dat er geen doorslaggevend bewijs voor determinisme kan zijn, want ‘determinism claims that there are exceptionless universal laws of nature. Notoriously, the truth of such laws cannot be empirically established’.¹⁰ In feite is dit een herformulering van het inductieprobleem. Bovendien is er sprake van een soort ‘holisme’ waarin alles met alles samenhangt, als de schakels van een ketting: indien een deel van de wereld indeterministisch zou blijken te zijn (en indeterminisme op quantumniveau geldt hiervoor als goede kandidaat), dan wordt het determinisme van de overige delen bedreigd.¹¹ Nu lijkt een dergelijke ‘holistische’ claim evenzeer speculatief, maar er is enige steun vanuit chaostheorie: het zogenaamde ‘vlinder-effect’ in chaotische en zelforganiserende systemen is een goed argument voor een dergelijk holisme. Hiermee wordt de eigenschap van chaotische systemen aangeduid dat kleine fluctuaties in een deel van het systeem gevolgen kunnen hebben voor het systeem als geheel. De idee achter deze metaforische benaming is dat een vleugelslag van een vlinder in Brazilië een tornado in Texas zou kunnen veroorzaken.¹² Het is echter de vraag of dit ‘vlinder-effect’ samen met een vorm van holisme een goed argument vormen *contra* determinisme, want verschillende auteurs hebben erop gewezen dat het ook *pro* determinisme gebruikt kan worden, zo bijvoorbeeld Wildman en Russell.¹³ Het punt dat Dupré in eerste instantie wil maken blijft echter staan: men kan de waarheid van determinisme niet doorslaggevend bewijzen door louter wetenschappelijke of empirische gronden aan te voeren.

Duprés tweede punt van kritiek is dat onze meest succesvolle wetenschappelijke theorieën een wereld beschrijven die eerder statistisch van aard is dan deterministisch. Quantummechanica, thermodynamica en takken van de biologie werken met probabilistische in plaats van deterministische modellen. Als empirische claim is dit argument niet sterk. Het zou immers kunnen dat de onzekerheid in dergelijke modellen haar oorzaak heeft in de huidige technologische stand van zaken en dat bijvoorbeeld sterkere computers tot meer inzicht in de dynamiek van empirische systemen zullen leiden en tot meer accurate verklaringen en voorspellingen. Echter, indien Duprés argument als een epistemologisch argument wordt opgevat dan is het veel sterker: een dergelijk argument maakt de claim dat we nimmer volledige kennis kunnen vergaren om gebeurtenissen met exacte precisie te voorspellen. Alles wat ons rest is het berekenen van waarschijnlijkheden. In wat volgt zal ik aantonen hoe logische en fysische argumenten een dergelijk epistemologisch argument versterken. Eerst zal ik echter een aantal argumenten *contra* determinisme bespreken die zichzelf baseren op chaostheorie.

¹⁰ Dupré, *Disorder*, 185.

¹¹ Dupré, *Disorder*, 190.

¹² Dit voorbeeld is afkomstig van de ‘ontdekker’ van het vlinder-effect, de weerkundige Edward Lorenz, zie E. Lorenz, *The Essence of Chaos*, London 1993, 6-15, 181-184.

¹³ ‘We can say without hesitation that chaos in nature gives no evidence of any metaphysical openness in nature. The fact that a natural dynamical system is open to its environment, which is sometimes described in terms of a whole/part causal relationship, does not entail metaphysical openness, for the entire environment may be causally determined. ... Put bluntly, the butterfly effect testifies to the high degree of causal interconnectedness in certain natural systems, and so is most naturally exploited in support of the thesis of metaphysical determinism.’ W.J. Wildman & R.J. Russell, ‘Chaos: A Mathematical Introduction with Philosophical Reflections’, in: R.J. Russell, N. Murphy, A.R. Peacocke (eds.), *Chaos and Complexity: Scientific Perspectives on Divine Action*, Vatican City State & Berkeley, Calif. 1995, 82.

Een argument voor anti-determinisme: chaos

Chaostheorie wordt vaak gebruikt om wetenschappelijk-deterministische en daarmee metafysisch-deterministische claims te ondermijnen ten gunste van een ‘open’ universum. Er wordt dan gerefereerd aan de onvoorspelbaarheid van deterministisch-chaotische systemen en de schijnbare willekeurigheid van chaotisch gedrag. Wat zijn echter die op chaostheorie gebaseerde argumenten voor ‘anti-determinisme’ en zijn ze doorslaggevend?¹⁴

- (1.) Aangezien we nooit volledige kennis kunnen hebben van de beginwaarden van een systeem, maar we deze altijd slechts bij benadering kennen, zullen iteratieve processen de fouten snel doen groeien totdat het hele systeem onvoorspelbaar wordt. Ofwel: kleine oorzaken kunnen onvoorzien grote gevolgen hebben. De technische term is ‘gevoelige afhankelijkheid van de beginwaarden’, bekender onder de reeds bekende noemer ‘vlinder-effect’.
- (2.) De evolutie van twee systemen waarvan de beginwaarden willekeurig dicht bij elkaar liggen (maar niet identiek zijn) zullen zeer snel divergeren zodat na verloop van tijd het gedrag van deze twee systemen geen enkele correlatie meer zal vertonen. De sensitiviteit van (1.) is ook hier verantwoordelijk voor.
- (3.) Sommige wetenschappers hebben op het beperkte gebruik van computers gewezen. Het berekenen van eenzelfde systeem (met *identieke* beginwaarden) op twee verschillende computers resulteert in twee totaal verschillende evoluties. Simpel gesteld ligt de oorzaak in het afronden van berekeningen met irrationele getallen met begrensde precisie.¹⁵ Iedere computer bestaat uit verschillende materiële componenten waardoor de precisie per computer verschilt. Iedere computer rondt irrationele getallen anders af, daardoor ontstaan fouten in beginwaarden en door de gevoelige afhankelijkheid groeien die fouten exponentieel totdat ze het hele systeem regarderend. In feite resulteert dit probleem in de zinloosheid van de vraag wat de *werkelijke* berekening van een systeem is. Wat we slechts kunnen zeggen is dat er een veelheid aan berekeningen is, en dat deze allemaal benaderingen zijn zonder ooit de ‘werkelijke’ berekening te kunnen kennen.
- (4.) Tenslotte is chaotisch gedrag statistisch gezien niet te onderscheiden van willekeurig gedrag; er kan geen kwalitatief verschil gemaakt worden tussen een deterministisch-chaotisch en een willekeurig systeem. Er is dus een verschil tussen determinisme en ‘toeval’, maar geen directe tegenstelling.

Deze vier argumenten zijn geldig wat betreft de huidige staat van het chaosonderzoek. Het is echter een kwestie van interpretatie of ze doorslaggevend zijn ten opzichte van metafysisch en wetenschappelijk determinisme. Betreffende (1.) en (2.) kan allereerst geconstateerd worden dat gevoelige afhankelijkheid van beginwaarden de belangrijkste oorzaak is van de uiteindelijke onvoorspelbaarheid van een chaotisch systeem. Het ‘vlinder-effect’ heeft de oude gedachte dat gelijke oorzaken proportionele effecten teweegbrengen radicaal weerlegd, waardoor het ideaal van voorspelbaarheid eveneens lijkt te worden ondermijnd. Toch moet men drie zaken in acht houden. (a) Er is een ‘horizon’ van voorspelbaarheid, dat wil zeggen dat een systeem *uiteindelijk* onvoorspelbaar is, maar dat betreffende een bepaalde tijdsspanne het wel degelijk mogelijk is om relatief nauwkeurige voorspellingen te doen.

¹⁴ Uit de enorme hoeveelheid wiskundige chaosliteratuur noem ik slechts drie meer toegankelijke werken: P. Smith, *Explaining Chaos*, Cambridge 1998; I. Stewart, *Does God Play Dice? The New Mathematics of Chaos*, London 1997²; S.H. Kellert, *In the Wake of Chaos: Unpredictable Order in Dynamical Systems*, Chicago/London 1993. Het populaire standaardwerk is nog altijd J. Gleick, *Chaos: Making a New Science*, London 1988, dat reeds vele herdrukken beleefde.

¹⁵ Afronden vindt plaats omwille van beperkte rekentijd en geheugencapaciteit. Zie C. Petzold, *Code: The Hidden Language of Computer Hardware and Software*, Redmond 1999, vooral hoofdstuk 23.

(b) De onvoorspelbaarheid van chaotische systemen betreft de (numerieke) details van hun evolutie. Uiteindelijk landt een chaotisch systeem altijd op een zogenaamde ‘vreemde aantrekker’, de dynamische eindtoestand van een systeem. Hoewel de plaats van een systeem op een bepaald tijdstip niet exact te lokaliseren valt, kan er dus wel worden vastgesteld dat het systeem zich ergens op de aantrekker bevindt. Hoewel er over het gedrag van een systeem *qua* details weinig exact valt te zeggen zijn er wel degelijk claims mogelijk betreffende het globale gedrag. (c) Hoewel chaotische systemen uiteindelijk onvoorspelbaar worden, zijn ze fundamenteel deterministisch (er wordt derhalve gesproken over ‘deterministische’ chaos). Immers, het systeem wordt geregardeerd door de wiskundige vergelijking, waardoor het uiteindelijke gedrag vastligt: de hele evolutie ligt in de beginwaarden besloten. Het ligt aan onze beperkte capaciteiten dat we de exacte beginwaarden en daarmee de exacte evolutie niet (kunnen) kennen. Argumenten (a)-(c) voldoen voor de conclusie dat gevoelige afhankelijkheid en uiteindelijke onvoorspelbaarheid geen voldoende sterke argumenten vormen tegen determinisme. Betreffende (3.) kan gesteld worden dat het gebruik van computers weliswaar beperkt is, maar dat ze daarmee nog niet nutteloos zijn. Allereerst zouden we zonder computers niet in staat zijn om chaotische vergelijkingen te berekenen. Verder stellen zogenaamde ‘schaduwlemma’s’ dat computerberekeningen binnen een bepaalde foutenmarge de originele berekening dusdanig dicht kunnen benaderen dat ermee betrouwbare uitspraken gedaan kunnen worden over het kwalitatieve gedrag van het systeem. Ten slotte kan men ook bij (4.) vraagtekens stellen. Weliswaar kan er statistisch gezien geen kwalitatief verschil gemaakt worden tussen een willekeurig en een deterministisch-chaotisch systeem, toch kan een analyse van een tijdreeks of de reconstructie van de aantrekker wel degelijk aantonen dat een systeem niet willekeurig is maar chaotisch. Een willekeurig systeem is na analyse ‘symmetrisch’, dat wil zeggen dat er geen structuur is in de verdeling van punten op een tweedimensionaal vlak: de punten zijn gelijkmatig verdeeld over het hele vlak. Een chaotische evolutie is na analyse ‘asymmetrisch’: het laat een definitieve structuur zien op het vlak. Er zijn dan gegronde redenen om aan te nemen dat er een deterministische wetmatigheid aan de evolutie ten grondslag ligt.

Samenvattend kunnen we concluderen dat de argumenten *contra* determinisme gepareerd kunnen worden door argumenten *pro* determinisme, zodat er geen doorslaggevende conclusies te geven zijn. Dit moge zo zijn, toch zijn chaotische systemen onvoorspelbaar en daarmee is wel degelijk een beperking van ons kennen en kunnen gegeven. Ik wil derhalve een methodisch onderscheid invoeren. Zoals al gezegd zijn chaotische systemen *deterministisch in principe*, in die zin dat iedere volgende toestand van het systeem noodzakelijk volgt op de vorige. Een chaotische vergelijking berekenen is een deterministisch proces. We moeten echter goed in het oog houden dat het hier gaat om wiskundige modellen, dat wil zeggen geïdealiseerde simulaties van een systeem die gelijkenis vertonen met, maar ook abstraheren van empirische systemen. Wanneer we de overgang maken van het model naar de empirische werkelijkheid, verandert er een en ander. De computer is dan niet langer adequaat om de werkelijke geschiedenis van empirische systemen te bepalen. We kunnen de precieze beginwaarden van een empirisch systeem niet kennen, aangezien in empirische observaties altijd een zekere mate van ‘ruis’ zit. Bovendien is het niet mogelijk om alle interacties van een systeem met zijn omgeving te bepalen: iedere gebeurtenis in ons universum is uiteindelijk gerelateerd aan de rest van het universum. Dit is wat het ‘vlinder-effect’ duidelijk maakt. Hieruit volgt dat indien iemand exacte kennis van de beginwaarden van een empirische gebeurtenis wil verkrijgen, zij ogenblikkelijke en volledige kennis van ieder atoom in ons universum zou moeten hebben, alsmede van positie en snelheid, en van iedere natuurwet. Mensen zijn als eindige en beperkte wezens nooit in staat dit te bereiken. En al zouden we het kunnen, dan nog hadden we niet de capaciteit om berekeningen sneller uit te voeren dan het universum evolueert. Hier komen we dan op een belangrijk punt: *hoewel sommige systemen in ons universum, en wellicht ons universum zelf, deterministisch in principe zouden kunnen zijn, kunnen we dit*

nimmer zeker weten. Ons universum is simpelweg te gecompliceerd. Dit betekent dat ons universum als geheel alsmede de meeste systemen daarin gezien moeten worden als *indeterministisch in praktijk*.¹⁶

Fysische en logische mogelijkheden van voorspelbaarheid

We hebben nu chaostheorie gerelateerd aan epistemologische problemen van onvoorspelbaarheid door onvolledige kennis van de beginwaarden van een systeem. Men zou vervolgens kunnen vragen of die onvoorspelbaarheid slechts te wijten is aan menselijke capaciteiten, en of een eindig wezen *in principe* in staat zou kunnen zijn de toekomst van ons universum te voorspellen. Zou bijvoorbeeld een extreem krachtige maar niettemin eindige supercomputer empirische chaotische systemen, zoals ons weer, kunnen voorspellen? We moeten dan vragen naar de voorwaarden van een dergelijke berekening. Een eerste voorwaarde is die van ogenblikkelijke en volledige kennis van ieder object in ons universum, van quarks tot mensen, vogels, bomen en sterrenstelsels. Dit betekent ogenblikkelijke en volledige kennis van positie, snelheid, richting, massa, etcetera van iedere entiteit waaruit ons universum bestaat. Ten tweede zou er ogenblikkelijke en volledige kennis nodig zijn van iedere ‘spelregel’ van de natuur: natuurwetten, natuurconstanten, etcetera. Ten derde zouden we moeten aannemen dat het universum eindig is, want een eindig wezen kan geen oneindige kennis bezitten, aangezien kennis in onze wereld gerelateerd is aan reken capaciteit die weer gerelateerd is aan beperkingen van de materie. Indien ons universum deterministisch is, dan zou volledige kennis van het universum op tijdstip t_n voldoende zijn om de toestand van het universum op t_{n+1} te voorspellen. De cruciale vraag is nu: is het mogelijk dat een eindig wezen zoals een supercomputer de toekomst voorspelt op grond van deze voorwaarden? ‘Mogelijk’ is een dubbelzinnig woord. Veel filosofen onderscheiden tussen ‘fysische’ en ‘logische’ mogelijkheden. Fysische mogelijkheden zijn gerelateerd aan de marges van de natuurwetten; logische mogelijkheden zijn minder beperkt, en sluiten slechts logische contradicties uit.¹⁷ Volledige en ogenblikkelijke kennis van ons universum is een fysische onmogelijkheid voor ons mensen doordat onze cognitieve vermogens beperkt zijn. Bovendien legt de natuur fysische beperkingen op aan deze kennis, want het verkrijgen van kennis omtrent de snelheid, positie, richting, etcetera van ieder object in ieder deel van ons universum op hetzelfde moment, vergt het overbrengen van informatie met een snelheid die de lichtsnelheid overstijgt. Het principe van lokaliteit verbiedt dit, daar het stelt dat niets sneller dan het licht kan reizen. Bovendien zou de benodigde energie voor een dergelijk transport de totale energiehoeveelheid van het universum overstijgen. Tenslotte beperkt de onbepaaldheid op het quantumniveau de volledige kennis van de kleinste deeltjes. Kortom, fysische beperkingen maken het onmogelijk dat een eindige entiteit ogenblikkelijke en volledige kennis van de beginwaarden van ons universum zullen hebben. De conclusie hiervan is dat op grond van de ontologie van ons universum en de ontologie van onze eigen cognitieve vermogens wij nooit definitief kunnen weten of ons universum deterministisch is of niet.

Maar hoe zit het met logische mogelijkheden? Ik stel een gedachte-experiment voor. Stel dat in een alternatieve maar strikt deterministische en eindige mogelijke wereld mensen erin geslaagd zijn een computer te bouwen die ieder deel van het universum beslaat, en die in staat is om in een oogwenk volledige kennis over het totale universum te vergaren. Laten we aannemen dat deze mogelijke wereld

¹⁶ Merk op dat de claim van determinisme-in-principe een *ontologische* claim is die refereert naar de structuur van het systeem, terwijl de claim van indeterminisme-in-praktijk een *epistemische* claim is die refereert naar onze beperkte capaciteiten van voorspellen en verklaren.

¹⁷ Zo is het logisch mogelijk dat ik de Atlantische Oceaan over zwem, maar fysisch niet; echter, dat een propositie ‘a’ tegelijkertijd waar en niet waar is, is logisch onmogelijk op grond van de logische wet van de uitgesloten derde.

volstrekt Newtoniaans is.¹⁸ Laten we verder aannemen dat er geen beperkingen zijn door de lichtsnelheid of quantumonbepaaldheid, want dan zou ons gedachte-experiment bij voorbaat mislukken, zoals reeds is duidelijk gemaakt. Informatie zou dan vanuit ieder deel van het universum ogenblikkelijk beschikbaar zijn voor berekening. Zou deze supercomputer, laten we haar de *Laplace-machine* noemen, in staat zijn om vanuit de toestand van het universum op t_n te voorspellen wat er op t_{n+1} gaat gebeuren? Te zeggen dat deze Laplace-machine door mensen gemaakt is, zou impliceren dat de machine materieel en derhalve eindig is, in die zin dat zij onderworpen is aan (Newtoniaanse) wetten die de materie en energie waaruit de machine bestaat reguleren. Bovendien zou de machine zo eindig als het universum zelf zijn. Maar laten we onze casus versterken. Laten we verder aannemen dat de Laplace-machine overal aanwezig is van de micro- tot de macroniveaus van het universum, en dat zij ogenblikkelijk alles weet met betrekking tot de innerlijke structuur en werkingen van het universum. Zou dit de ultieme voorspelbaarheid opleveren?

Zover als ik kan beoordelen moet het antwoord negatief zijn. Hoe krachtig deze machine ook is, zij is eindig want geconstrueerd uit eindige materialen: materie en energie. Om alle data van het universum te berekenen zou ze alle eindige elementen in dat universum, alle materie en energie, moeten verdisconteren. Echter, aangezien de machine zelf eindig is en deel van het universum, moet de Laplace-machine ook *zichzelf* in de berekeningen verdisconteren: de machine zou haar eigen materiële innerlijke werkingen en haar fysieke configuratie (haar 'innerlijke toestand') op t_n in ogenschouw moeten nemen. Echter, om haar innerlijke toestand te verdisconteren moet de machine als het ware 'buiten zichzelf' treden, op een hoger niveau plaatsnemen, laten we zeggen N_1 , om over die toestand te reflecteren. We zeiden echter dat de machine volledig deel is van het universum. Derhalve moet ook het metaniveau in het universum gelokaliseerd worden. Om de toekomst te voorspellen moet de machine haar eigen toestand *en* de toestand op het metaniveau N_1 verdisconteren – wat betekent dat de machine nog een niveau omhoog moet, naar N_2 . De machine moet dan niveau N_2 verdisconteren op N_3 , *ad infinitum*. Het resultaat is een *oneindige regressie* van niveaus.¹⁹ Is het mogelijk om deze oneindige regressie te voorkomen door op eenzelfde niveau te blijven? In dat geval vormt de werking van de Laplace-machine een gesloten systeem. Dit zou leiden tot een *feedback-loop*. Door haar innerlijke toestand op t_n te verdisconteren *verandert* de machine haar innerlijke toestand op t_{n+1} . Zij moet dan op haar veranderde innerlijke toestand van t_{n+1} reflecteren op t_{n+2} , waardoor ze haar toestand verandert op t_{n+3} . Oftewel, doordat de Laplace-machine binnen en deel van het systeem van het universum is, verandert haar poging om de toekomst te berekenen de loop van het universum: het is een zelfreferentieel systeem.²⁰ *Ergo*, welke actie de Laplace-machine ook onderneemt, haar handeling loopt uiteindelijk vast ofwel in een oneindige regressie van niveaus, of in een oneindige *feedback-loop*.²¹ De uiteindelijke conclusie van deze argumenten is dat een eindig wezen binnen ons universum ook op logische gronden nooit definitief kan weten of dat universum deterministisch is of niet. Samen met de voorgaande conclusie op grond van de ontologie van mens en universum, zijn dit mijns inziens sterke

¹⁸ Een Newtoniaanse wereld is een wereld zonder botsingen (en dus zonder wrijving) tussen deeltjes en daarmee volstrekt deterministisch en voorspelbaar.

¹⁹ Een analogie is de menselijke 'bewustzijnsstroom' (*stream of consciousness*). Ik kan niet naar mijn bewustzijnsstroom kijken dan vanaf een hoger niveau; ik kan er slechts *op* reflecteren *vanaf* een metaniveau.

²⁰ Ook dit argument heeft een analogie met het menselijke brein. Stel dat ik mijn eigen hersenactiviteit op een videoscherm kan bekijken. Doordat mijn kijken naar het scherm mijn hersenactiviteit verandert, kan ik mijn hersenactiviteit nooit bekijken zoals ze is zonder haar te veranderen. Het argument is een vicieuze cirkel. Wij kunnen nooit buiten ons brein stappen, zoals de Laplace-machine niet buiten het eindige universum kan stappen. Een ander voorbeeld van een zelf-referentieel systeem is onze economie: de directeur van de Europese Bank kan geen voorspellingen omtrent de economie doen zonder deze direct te beïnvloeden.

²¹ Zie voor het voorgaande argument ook: W. Poundstone, *Labyrinths of Reason: Paradox, Puzzles, and the Frailty of Knowledge*, London 1991, hoofdstuk 12.

argumenten om te zeggen dat zowel metafysisch als wetenschappelijk determinisme uiteindelijk onbeslisbare posities zijn.²² Indien dit het geval is, dan heeft de wetenschap uiteindelijk geen enkele wetenschappelijk gemotiveerde reden om handelingen van God (hoe die ook opgevat mogen worden) definitief uit te sluiten.

Immanentie en transcendentie

Veronderstel nu echter dat ons universum deterministisch is, zoals veel natuurwetenschappers menen. Wat voor wezen zou dan wel in staat zijn de toekomst te voorspellen? Om bovenstaande problemen te omzeilen zou men moeten aannemen dat dit wezen *oneindig* is en tegelijkertijd *alomtegenwoordig* en *alwetend*, maar *geen deel van het universum zelf*. ‘Oneindig’ zou ik in dit verband willen omschrijven als ‘niet beperkt door de beperkingen van ons fysieke en derhalve eindige universum’. Dit oneindige wezen moet present zijn in ieder element van het systeem, want het moet in staat zijn om ogenblikkelijke en volledige kennis te verkrijgen van alles wat er te weten valt. Het moet echter geen materieel deel zijn van het universum, want dit zou ons terugvoeren tot het oneindige regressie-argument. Om vanuit de huidige toestand van het universum de volgende te voorspellen moet het wezen derhalve (a) *immanent* in het universum zijn (alomtegenwoordig en alwetend), en (b) het universum op de een of andere wijze *transcenderen*. ‘Transcendentie’ kan dan omschreven worden als ‘niet samenvallend met het fysieke universum’. En hier betreden we theologisch terrein, want deze eigenschappen zijn compatibel met de God van de christelijke traditie. In het klassieke godsbeeld is God de Schepper van het universum, waarmee wordt uitgedrukt dat God het universum geschapen heeft, maar ook dat God niet onderworpen is aan of beperkt wordt door zijn schepping. God staat ‘boven’ zijn schepping, en dit wordt uitgedrukt met het woord ‘transcendentie’. Tegelijkertijd wordt er uitgesproken dat God dichtbij of aanwezig is in zijn schepping, en dit wordt uitgedrukt met Gods ‘immanentie’. God, als immanent, is dan ruimtelijk uitgebreid zonder met de geschapen werkelijkheid samen te vallen.²³ En zo is God in staat om de toestand van het universum op t_{n+1} te voorspellen vanuit en op tijdstip t_n . We moeten echter wel rekening houden met de mogelijkheid dat de wijze waarop God voorspellingen doet verschilt van de onze. Het menselijk brein werkt discursief, waarmee wordt bedoeld dat wij denken door middel van afleidingen en extrapolaties: het een komt na het ander. God zou echter ‘intuïtief’ kennis kunnen hebben omtrent de toekomst. God heeft geen afleidingen en extrapolaties nodig omdat God alles kent door onmiddellijk inzicht.²⁴

Uit de bovenstaande logische argumenten volgt tevens de mogelijkheid tot kwalificatie van godsbeelden. In de eerste plaats kunnen we stellen dat indien God identiek met ons universum zou zijn, zoals het pantheïsme voorstaat, God dan de toekomst van het universum niet kan voorspellen. Een dergelijke God zou eindig zijn als het universum eindig zou blijken te zijn; dit leidt tot een oneindige regressie of een *feedback-loop*. Een volstrekt transcendente God, een God die volledig ‘buiten’ het universum wordt gelokaliseerd, zou in staat zijn om de toekomst van een Newtoniaanse mogelijke wereld te voorspellen, mits de beperkingen van de lichtsnelheid en quantumonbepaaldheid niet bestaan. Maar een volledig transcendente God zou niet in staat zijn de toekomst van ons actuele universum te voorspellen wegens de genoemde natuurlijke beperkingen. Een volstrekt transcendente God die precieze voorspellingen doet omtrent een deterministisch universum is derhalve een logische moge-

²² Merk op dat deze argumenten aan twee kanten snijden: determinisme *maar ook indeterminisme* zijn uiteindelijk onbeslisbare posities.

²³ Een model om dit voorstelbaar te maken is te vinden in L.J. van den Broms studie *Creatieve twijfel: een studie in de wijsgerige theologie*, Kampen 1990, 91v. en zijn *Divine Presence in the World: A Critical Analysis of the Notion of Divine Omnipresence*, Kampen 1993.

²⁴ Vgl. K. Ward, *God, Chance & Necessity*, Oxford 1996, 32; Van den Brom, *Creatieve twijfel*, 130.

lijkheid, maar geen fysische. Een pantheïstische God is zowel fysisch als logisch non-plausibel, hoewel logisch niet onmogelijk.²⁵ We komen dan tot de volgende conclusie: een alomtegenwoordige en alwetende Godheid die in staat is om de geschiedenis van een deterministisch universum te voorspellen, zou een *tegelijkertijd* transcendente en immanente Godheid vereisen, en dit is compatibel met het klassieke godsbeeld van de christelijke traditie. Dit betekent dat *het klassieke christelijke godsbegrip en metafysisch determinisme compatibel zijn vanuit een logisch standpunt*. Indien de wereld deterministisch en gesloten zou blijken te zijn, dan nog behoort natuurwetenschappelijk spreken over Gods handelen tot de logische mogelijkheden, althans in het geval van het klassieke christelijke godsbegrip.

Conclusies

Het is tijd om de balans van mijn vrij technische betoog op te maken. In het voorgaande waren twee cruciale assumpties (a) dat het universum eindig is en (b) dat het universum strikt deterministisch is. Recente kosmologische data vechten de eerste assumptie aan en wijzen in de richting van een in tijd en ruimte oneindig universum.²⁶ Dit zou leiden tot een heroverweging van de vraag wat onder ‘transcendentie’ verstaan moet worden. Dan blijft de tweede assumptie over. We hebben gezien dat er een aantal sterke argumenten zijn aan te voeren voor de stelling dat determinisme een strikt metafysische claim is die eindige wezens als onszelf onmogelijk definitief kunnen staven. Hier verwijs ik onder andere naar de argumenten van Dupré en die gebaseerd op chaostheorie. Bovendien, als indeterminisme op het quantumniveau een ontologische realiteit zou blijken te zijn, dus deel van de basisstructuur van het universum, dan zou dit een goede reden te zijn voor de stelling dat Gods kennis (zelf-)beperkt is. Hier zou een theologie die de vrijheid van de schepping benadrukt zich op kunnen baseren.²⁷ Maar zelfs al zou bijvoorbeeld de ‘supersnaartheorie’ in staat zijn dit indeterminisme op quantumniveau op te lossen, dan nog zou de metafysische vraag naar een deterministisch universum onopgelost blijven.

De doctrine van wetenschappelijk determinisme (evenals indeterminisme) kan in alle redelijkheid als ‘metafysisch’ worden beschouwd. Echter, zoals we hebben gezien is dit determinisme een noodzakelijke veronderstelling van het wetenschappelijk bedrijf, dus we kunnen er ons ook weer niet te snel vanaf maken. Wetenschap is en blijft onze beste manier om kennis van de wereld te vergaren, ook al is onze kennis feilbaar. Juist die feilbaarheid van kennis dwingt ons met een kritisch oog naar wetenschap te kijken. De conclusie dat wetenschappelijk determinisme metafysisch is, is dan ook bedoeld om (wetenschaps)filosofen en theologen alert en achterdochtig te maken met betrekking tot al te sterke wetenschappelijke claims. Zoals ik heb aangetoond is het een *non sequitur* voor de wetenschap om te claimen dat goddelijke handelingen de natuurlijke orde verstoren, want we kunnen dit nooit zeker weten – en afwezigheid van bewijs is nog geen bewijs van afwezigheid. We hebben geen volledige kennis van die orde, noch kunnen we die kennis ooit verkrijgen. Het enige wat we kunnen doen is waarschijnlijkheden berekenen. Derhalve kunnen we noch logisch noch fysisch de mogelijkheid uitsluiten dat God ergens handelt in het universum. Als de enige kennis die we kunnen verkrijgen statistisch van aard is, dan kunnen we noch bewijzen noch uitsluiten dat het optreden van een gebeurtenis een handeling van God is. We zouden zelfs de mogelijkheid kunnen opperen dat Gods handelen het statistisch gemiddelde is: een regelmatigheid die uitzonderingen op de regel niet noodzakelijkerwijs uitsluit. Op die manier kan gezegd worden dat God betrouwbaar en consistent is: God is gebonden aan

²⁵ Logisch onmogelijk zou immers betekenen dat het tot een contradictie leidt, en dat is hier niet het geval.

²⁶ Zie *Scientific American* 284: 1 (2001) voor recente kosmologische vindingen en hun mogelijke implicaties. Zie ook: M. Livio, *The Accelerating Universe: Infinite Expansion, the Cosmological Constant, and the Beauty of the Cosmos*, New York etc. 2000.

²⁷ Zie het werk van A.R. Peacocke: *Theology for a Scientific Age: Being and Becoming – Natural, Divine and Human*, London 1993 en zijn *Paths from Science towards God*. Zie ook D.J. Bartholomew, *God of Chance*, London 1984.

de regelmatigheid van de natuur die Hij heeft geschapen, maar Hij heeft een bepaalde speelruimte om daarvan af te wijken.²⁸ Hoe klein die speelruimte ook mag zijn, het ‘vlinder-effect’ kan bijdragen tot verwezenlijking van Gods doelen. Op die manier is het dus wel degelijk mogelijk of in ieder geval niet uitgesloten om binnen een natuurwetenschappelijk discours over een actieve God te spreken.

²⁸ Vgl. J. Colwell, ‘Chaos and Providence’, *International Journal for Philosophy of Religion* 48 (2000), 131-138.