

Discussiedossier naar aanleiding van Floris Cohen, *De herschepping van de wereld. Het ontstaan van de moderne natuurwetenschap verklaard*



In april 2008 vond in het Academiegebouw in Utrecht een druk bezochte studiedag plaats rondom het boek geschreven door Floris Cohen, bijzonder hoogleraar vergelijkende geschiedenis van de natuurwetenschap aan de Universiteit Utrecht: *De herschepping van de wereld. Het ontstaan van de moderne natuurwetenschap verklaard* (Amsterdam: Bert Bakker 2007. 299 pp., geb., ill. ISBN 978 90 351 3102 6.)

Deze studiedag was georganiseerd door Herman Philipse in samenwerking met het Utrechtse 'Descartes Centre for the History and Philosophy of the Sciences and Humanities'. Door een vijftal referenten, te weten Jan Hogendijk, Christoph Lüthy, Eric Schliesser, Marcel Sarot en Herman Philipse, werd Cohens boek met de daarin opgenomen standpunten bediscussieerd. De schriftelijke weerslag van hun bijdragen, aangevuld met een reguliere recensie van Cohens boek door Rienk Vermij en een reactie van Floris Cohen zelf, wordt de lezers van *Studium* in dit discussiedossier gepresenteerd. Deze teksten waren eind 2008 al in het bezit van de redactie, maar konden vanwege redactioneel-budgettaire redenen niet eerder worden gepubliceerd. Naar verwachting zal in 2010 van de hand van Floris Cohen het Engelstalige boek uitkomen dat als grondslag diende voor zijn *Herschepping*. Het heeft als werktitel *How Modern Science Came Into the World. A Comparative History*.

Huib Zuidervaart, namens de redactie van *Studium*

Annemarieke Blankesteyn, namens het 'Descartes Centre', Universiteit Utrecht

(1) Cohen gerecenseerd

RIENK VERMIJ

Department of the History of Science, University of Oklahoma (USA)

Het is nogal wat, wat de titel van dit boek ons belooft: het ontstaan van de moderne natuurwetenschap verklaard. Voor Floris Cohen is dat ontstaan tamelijk precies te plaatsen: West-Europa in de zeventiende eeuw, het tijdperk van wat wel de 'wetenschappelijke revolutie' is gaan heten. Veel hedendaagse wetenschapshistorici hebben moeite met die term, aangezien deze een scherpe en eenduidige overgang suggereert. De werkelijkheid was gecompliceerder, stellen zij. Cohen benadrukt dat er wel degelijk een belangrijke cesuur heeft plaatsgevonden. Als we de wereld van een paar eeuwen geleden met die van vandaag de dag

vergelijken, zien we een enorm verschil. Dat verschil is niet in de laatste plaats ontstaan door onze kennis van natuurlijke processen en manieren om die te beheersen.

Dat wil niet zeggen dat Cohen zich in zijn analyse beperkt tot wat er in die zeventiende eeuw gebeurde. Integendeel, hij kiest een breed perspectief. In de tijd behandelt hij de periode vanaf het klassieke Griekenland, in de ruimte schakelt hij heen en weer tussen Europa, het Nabije Oosten en China. Deels komt dat neer op een geschiedschrijving in de klassieke zin, waarin hij aangeeft wanneer belangrijke nieuwe tendensen in het natuuronderzoek opduiken en wat daarvan de achtergronden zijn. Cohen wil echter niet enkel een verhaal vertellen, hij wil een analyse maken. Zijn methode is de vergelijking van gelijksoortige ontwikkelingen binnen verschillende perioden en culturen – vandaar het brede perspectief. Op die manier probeert hij te achterhalen wat uniek was aan Europa.

Cohen zoekt de bronnen van het wetenschappelijk denken in oudere intellectuele tradities. Als vele anderen voor hem komt hij daarbij uit bij het klassieke Griekenland: bij de antieke filosofie en de antieke wiskunde, door hem kortweg aangeduid als 'Athene' en 'Alexandrië'. Geen van tweeën valt gelijk te stellen met moderne wetenschap. De waardevolle elementen in beide tradities werden pas na een eeuwenlange ontwikkeling volledig tot ontplooiing gebracht. Dit was vooral mogelijk doordat zij in de loop van de geschiedenis werden overgeplant naar andere culturen. Eerst naar de Moslimbeschaving van het Nabije Oosten, vervolgens naar de Latijns-Christelijke beschaving van West-Europa. Elke tekstuele traditie wil op een goed moment verstarren tot een soort schriftgeleerdheid die enkel nog wordt doorgegeven en becommentarieerd. Transplantatie naar een andere cultuur kan dan een nieuwe impuls geven. Ideeën die uit hun context worden gelicht vallen alleen door onderzoek en bezinning binnen het nieuwe culturele kader bruikbaar te maken. Een reden dat de wetenschappelijke revolutie niet in het Verre Oosten heeft plaatsgevonden, is volgens Cohen dat het Chinese gedachtegoed nooit aan een dergelijk proces van transplantatie is onderworpen. Het daar eventueel aanwezige potentieel is zodoende nooit wakker gekust.

In Europa krijgen in de tijd van de Renaissance de twee oude tradities gezelschap van nog een derde vorm van natuurkennis: de experimenteel-ontdekkende. De zeventiende eeuw ziet dan de transformatie van deze drie tradities tot de moderne natuurwetenschap. In de eerste plaats maken de drie intellectuele tradities ieder afzonderlijk een ongekende ontwikkeling door, met radicale vernieuwingen. In de tweede plaats, misschien nog wel belangrijker, worden zij ook in toenemende mate op elkaar betrokken. Het resultaat is, zoals Cohen het fraai stelt, dat het element van willekeur in de theorievorming wordt teruggedrongen. Niet alles wat denkbaar of zelfs plausibel is, is meer aanvaardbaar als wetenschappelijke theorie. Aan theorieën en verklaringen worden strengere eisen gesteld. Enkele uitzonderlijk grote denkers weten tenslotte de verschillende elementen samen te brengen tot een empirische, wiskundige en op de werkelijkheid betrokken vorm van natuurkennis met in principe ongelimiteerde mogelijkheden tot uitbreiding. Cohen wijst voor de eerste fase van de 'wetenschappelijke revolutie' vooral op het werk van Kepler en Galilei. Newton is degene die, als ook de nieuwe natuurkennis tegen zijn eigen grenzen dreigt aan te lopen, tenslotte nog een stap verder weet te zetten en de wereld daarmee definitief de moderniteit binnenleidt.

De herschepping van de wereld is een prikkelend en uitdagend boek, juist omdat de auteur niet bang is zijn nek uit te steken met stellingen die onvermijdelijk discussie zullen uitlokken. Op dit moment is het voor zulke discussies nog wat vroeg. Cohens boek is namelijk een zeer verkorte en populaire weergave van een veel uitgebreidere en wetenschappelijk verantwoorde Engelse versie, die binnenkort zal verschijnen. Op dit moment valt wel te zien wat voor keuzes

Cohen heeft gemaakt, maar de wetenschappelijke verantwoording ontbreekt. Aangezien hij niet enkel een verhaal wil vertellen, maar een verklaring beoogt te geven, is zo'n verantwoording essentieel. Een principiële keuze is de beschrijving in termen van intellectuele tradities. Voor techniek als zelfstandige factor is bijvoorbeeld weinig aandacht. Dat betekent dat Cohen de 'experimenteel-ontdekkende traditie' op gelijke voet behandelt als de twee eerdere tradities. Dat vereist nadere rechtvaardiging. 'Athene' en 'Alexandrië' bouwen elk voort op een vast tekstcorpus dat wordt becommentarieerd en uitgebreid. Het experimenteel-ontdekkend onderzoek is in die zin helemaal geen traditie, maar een allegaartje van heterogene activiteiten dat alleen in het oog van de onderzoeker een eenheid vormt. Een andere principiële knoop die Cohen heeft moeten doorhakken betreft het eeuwige probleem van structuur versus evenement en de vraag in hoeverre personen het verloop van de gebeurtenissen bepalen, dan wel de willoze marionetten zijn van anonieme processen. Theorieën worden uiteraard opgesteld door individuen, en revolutionair vernieuwende theorieën per definitie door uitzonderlijke individuen. Maar in hoeverre is het naar voren komen van zulke individuen een verklaring, en in hoeverre juist iets dat verklaard moet worden? En wat voor soort verklaringen is acceptabel? Een van de factoren die Cohen aanvoert is de extrovertie en de uitzonderlijke mate van individueel zelfbewustzijn in Europa. Dat lijkt meer een probleem dan een antwoord.

Ook zonder diep op zulke kwesties in te gaan is de manier waarop Cohen bekende vragen vanuit een breed perspectief opnieuw bekijkt echter dikwijls verfrissend. Pas een ruimer perspectief maakt duidelijk hoe onwaarschijnlijk de totstandkoming van een wetenschappelijke onderzoekstraditie eigenlijk was. Niet dat er in de geschiedenis verder nooit periodes van grote creativiteit zijn geweest, maar, zoals Cohen terecht benadrukt, dit waren altijd korte episodes, gevolgd door lange periodes van consolidatie en stagnatie. Zo gezien is het probleem niet dat er in de zestiende en zeventiende eeuw een 'wetenschappelijke revolutie' plaatsvond, maar dat deze vervolgens niet meer ophield. Volgens Cohen scheelde dat overigens niet veel. Rond 1640 had de nieuwe wetenschap zoveel weerstand opgeroepen, dat zij op het punt stond monddood te worden gemaakt. Dat dat niet gebeurde, en dat de wetenschap juist een ongekende bloei en erkenning tegemoet ging, was te danken aan toevallige politieke omstandigheden. Europa kroop 'door het oog van de naald', zoals Cohen het met enig gevoel voor dramatiek formuleert. In hoeverre deze stelling in detail houdbaar is, valt op dit moment nog niet te beoordelen. Maar alleen al het opwerpen van zulke vragen is een belangrijke verdienste. Cohens stellingen zullen ongetwijfeld richtinggevend zijn voor veel toekomstig onderzoek.

(2) Over echte en fictieve personen in de *Herschepping van de Wereld* van Floris Cohen: Ibn al-Haytham, al-Toesi, al-Kepler en al-Galilei

JAN P. HOGENDIJK

Mathematisch Instituut, Faculteit Bètawetenschappen, Universiteit Utrecht

De Herschepping van de Wereld van Floris Cohen is een prachtig boek over een van de wortels van de Westerse cultuur. Cohen behandelt de vraag, waarom de 'wetenschappelijke revolutie' in het Europa van de zeventiende eeuw heeft plaatsgevonden en niet ergens anders.

Volgens Cohen is men in de middeleeuws Islamitische wereld het dichtst bij zo'n ontwikkeling gekomen. De exacte wetenschappen ontwikkelden zich daar na 800 op basis van vertalingen uit het Grieks en Sanskriet. Omstreeks het jaar 1000 was er een grote bloei met als topfiguren Ibn al-Haytham en Al-Biroeni. Volgens Cohen was er echter kort na 1050 sprake van een steil verval. Als dat verval er niet geweest was, dan zou volgens hem een of twee generaties daarna een Islamitische Kepler en een Islamitische Galilei hebben kunnen optreden. In de Islamitische wereld had zich dan iets kunnen afspeelen wat lijkt op de ontwikkeling in Europa tussen 1600 en 1640. Die ontwikkeling zou dan noodzakelijkerwijs, net als in Europa, in conflict gekomen zijn met het heersende wereldbeeld en de heersende religie, de Islam. En dan zou, volgens Cohen, de ontwikkeling hebben moeten stoppen. Hij geeft als redenen dat 'de Islam niet over de geschikte hulpbronnen' beschikte 'voor een ideologie die de fatale wereldbeschouwelijke gevolgen zou hebben kunnen helpen opvangen' (zoals de Baconiaanse ideologie in Europa). Dit heeft volgens Cohen ermee te maken dat 'de Islam [...] niet de wegen tot niet-letterlijke lezing' van de Koran kende.¹

In deze discussiebijdrage zal ik in drie stellingen een alternatieve opvatting presenteren, maar eerst is het nodig, Cohens opvatting over het verval van de wetenschap in de Islamitische cultuur te relativieren. Duizenden middeleeuws Arabische handschriften over wetenschappelijke onderwerpen zijn bewaard, en er worden steeds meer bestudeerd. Hierdoor ontstaat langzamerhand het inzicht dat de ontwikkeling in het Oosten van de Islamitische wereld na 1050 nog een paar eeuwen is doorgegaan, maar dat hiervan in het Westen in de middeleeuwen (en ook daarna) weinig is doorgedrongen. Een voorbeeld: In de algebra (trouwens een Arabisch woord) zijn in de negende eeuw kwadratische vergelijkingen behandeld door al-Khwarizmi. Zijn werk is in de middeleeuwen wel in het Latijn vertaald, en de naam van de man leeft voort in het woord algoritme. In de tiende eeuw slaagde men er in Iran voor het eerst in, één speciale derdegraads vergelijking op te lossen. Omstreeks 1075 schreef Omar Khayyam een boek over het meetkundig oplossen van alle typen derdegraads vergelijkingen. Hij ging niet in op de voorwaarden waaronder de wortels precies bestaan. Dit is moeilijker dan het oplossen van de vergelijkingen zelf, maar omstreeks 1200 werden deze voorwaarden afgeleid in Irak of Iran, en ook werden er procedés ontwikkeld om de wortels numeriek te benaderen.² Dit alles is wiskunde van een essentieel hoger niveau dan wat de eeuwen daarvoor gedaan werd. Daarna stagneert de ontwikkeling, althans voor zover we nu weten, maar in 1420 werd er nog een essentieel betere en snellere methode gevonden om de wortels van een bepaald type derdegraads vergelijkingen te berekenen.³ Het tempo van de ontwikkeling in de algebra was tussen 1000 en 1200 grosso modo hetzelfde als tussen 900 en 1000. Er kunnen ook andere voorbeelden hiervan gegeven worden. Kortom, ik geloof niet zo erg in het steile verval na 1050. De invasie door de Mongolen en de daarmee samenhangende verwoesting van bibliotheken waren natuurlijk verschrikkelijk. Maar verval en wederopleving was kenmerkend voor de hele Islamitische traditie in de exacte wetenschappen. Dit werk was afhankelijk van steun door vorsten en hooggeplaatste personen, en zulke steun was van nature nogal grillig. Zodra de condities ergens weer goed waren, kwam er weer een opbloei, en in elk geval tot

1 Floris Cohen, *De herschepping van de wereld. Het ontstaan van de moderne natuurwetenschap verklaard* (Amsterdam 2007) 187-188.

2 Zie voor alle verwijzingen: J.P. Hogendijk, 'Sharaf al-Din al-Tusi on the number of positive roots of cubic equations', *Historia Mathematica* 16 (1989) 69-85.

3 Het gaat om de derdegraadsvergelijking met als wortel de sinus van één graad. Zie B.A. Rosenfeld & J.P. Hogendijk, 'A mathematical treatise written in the Samarqand observatory of Ulugh Beg', *Zeitschrift für Geschichte der arabisch-islamischen Wissenschaften* 15 (2003) 25-65.

1450 zijn bijzondere prestaties geleverd. Cohen noemt als oorzaak voor het ontbreken van een Islamitische Al-Kepler en al-Galilei het veronderstelde steile verval na 1050, dat er volgens mij niet is geweest. Dat er toch geen Islamitische Al-Kepler en Al-Galilei waren, komt door twee andere redenen, die nu als discussiestellingen zullen worden geformuleerd. Daarbij zal ook aan de orde komen waarom er geen Al-Copernicus is geweest.

Discussiestelling 1

De boekdrukkunst was in Europa een essentieel voorwaarde voor het werk van Copernicus, Kepler en Galilei. Hoe essentieel deze was, is te zien aan de lotgevallen van Ibn al-Haytham's *Optica* in de Islamitische wereld.

Volgens Cohen was de boekdrukkunst geen essentiële voorwaarde voor de ontwikkeling van de wetenschap in de eerste helft van de zeventiende eeuw.⁴ Een zelfde ontwikkeling had volgens hem ook in een handschriftencultuur kunnen plaatsvinden, omdat manuscripten in de Islamitische wereld goedkoop waren. Het gaat echter niet om goedkoop of duur, maar om verspreiding en kwaliteit van de teksten. Als voorbeeld gebruik ik de *Optica* van Ibn al-Haytham in zeven delen, geschreven omstreeks 1030.⁵ Ibn al-Haytham onttraft in dit boek voor een deel het proces van het zien. Bijvoorbeeld, hoe het komt dat u het tijdschrift in uw hand kan zien, terwijl het toch geen licht geeft. Volgens Ibn al-Haytham komt dat, omdat er uit een primaire lichtbron (bijvoorbeeld: de zon) licht komt, dat zich volgens rechte lijnen voortplant. Wanneer dit op een ondoorzichtig voorwerp valt, wordt ieder punt van dit voorwerp een secundaire lichtbron, die op zijn beurt licht langs rechte lijnen naar alle kanten uitzendt. Dit secundaire licht komt op andere voorwerpen terecht die nu tertiaire lichtbronnen worden, en zo verder. Zo komt het licht uiteindelijk in uw oog terecht. Ibn al-Haytham toont dit alles aan met allerlei experimentele opstellingen. Zijn uitleg is correct en Ibn al-Haytham is de eerste in de geschiedenis die hem heeft gegeven. In het eind van de dertiende eeuw wilde de Iraanse geleerde Kamal al-Din al-Farisi (1257-1319) graag aan optica werken. Zijn leraar Qutb al-Din al-Shirazi (gest. 1311) herinnerde zich dat hij in zijn jeugd een exemplaar van de *Optica* van Ibn al-Haytham gezien had in een bibliotheek in Iran. Qutb al-Din heeft met veel moeite een manuscript van Ibn al-Haytham's *Optica* laten komen uit een heel ver land (misschien wel Spanje).⁶ Kamal al-Din schreef een commentaar op de *Optica*, en daaraan vastknopend gaf hij een correcte verklaring van de regenboog door breking en weerkaatsing van lichtstralen in regendruppels. Conclusie: een baanbrekend wetenschappelijk werk zoals de *Optica* van Ibn al-Haytham was anderhalve eeuw later voor een andere be-gaafde wetenschapper in de Islamitische wereld bijna nergens te vinden. Dit geval staat niet op zichzelf: een soortgelijk verhaal zou verteld kunnen worden over het grote werk van Abu Sahl al-Kuhi (ca. 970) over zwaartepunten, en over de verhandeling over lenzen van Al-^cAla ibn Sahl (ca. 980). Het is een wonder dat een manuscript van de *Optica* van Ibn al-Haytham in Spanje terecht gekomen is en in het Latijn is vertaald, zodat het boek in het middeleeuws Christelijke Europa bekend werd. Na 1450 wordt in Europa alles anders door de ontwikkeling van de boekdrukkunst. Copernicus bijvoorbeeld gebruikte vele gedrukte boeken⁷, en van zijn eigen werk, *De Revolutionibus*, werden in 1543 omstreeks 500 exemplaren gedrukt

4 Cohen, *Herschepping* (n. 1) 128.

5 Mattias Schramm, *Ibn al-Haytham's Weg zur Physik* (Wiesbaden 1963).

6 Zie A.I. Sabra, 'The 'Commentary' that saved the text: the hazardous journey of Ibn al-Haytham's Arabic Optics', *Early Science and Medicine* 12 (2007) 117-133.

7 Zie bijvoorbeeld O. Neugebauer & N. Swerdlow, *Mathematical astronomy in Copernicus's De Revolutionibus* (New York 1984) Part 1, 50-56.

en in 1556 nog eens 500 exemplaren.⁸ Zoveel exemplaren van een controversieel en technisch boek waren in de Islamitische wereld ondenkbaar. De kwaliteit van de teksten is ook belangrijk. Wanneer boeken gedrukt werden, werd er meestal eerst een drukproef gecorrigeerd door een deskundig persoon.⁹ Hierdoor werd de kwaliteit van de hele oplage van de gedrukte tekst gewaarborgd. Manuscripten werden gekopieerd door kopiïsten, die hun best deden, maar de teksten over wiskunde, sterrenkunde of optica meestal niet begrepen. Het gevolg hiervan waren fouten en dubbelzinnigheden in de kopieën, en in de meeste gevallen was er niemand aanwezig die de tekst kon corrigeren. Als dat wel zo was werd er maar één exemplaar gecorrigeerd, en niet 500 tegelijk. Als er diagrammen in de tekst voorkwamen werd alles vaak nog erger. Letters in de tekst die punten in deze diagrammen weergaven werden in Arabische teksten in het algemeen niet op eenduidige manier geschreven. En van een kopiïst kon niemand verwachten dat hij een technisch diagram, met vele lijnen en cirkels, helemaal correct kon weergeven. Om een middeleeuws Arabische wiskundige of sterrenkundige tekst te begrijpen is het meestal niet voldoende een manuscript te lezen. De lezer moet de bedoeling van de schrijver daarna nog reconstrueren. In de dertiende eeuw besteedde de beroemde geleerde Nasir al-Din al-Toesi (Iran) veel tijd aan het maken van een hele verzameling gereinigde versies van de standaard teksten van Euclides, Archimedes, Ptolemaeus, enz. Al dat werk was niet nodig geweest als hij deze teksten in gedrukte vorm had gehad. Ook tegenwoordig begint de studie van Arabische wetenschappelijke teksten met het maken van een kritische editie: vaak een hele klus. Een jaar geleden is de Iraanse wetenschapshistoricus Bagheri gepromoveerd in Utrecht op een tekst van de Iraanse sterrenkundige Kushyar ibn Labban (ca. 1000). Hoewel de Arabische manuscripten van goede kwaliteit waren, zijn hij en ik er niet in geslaagd alle diagrammen te reconstrueren. Kortom: de boekdrukkunst heeft zeker voor wiskunde en sterrenkunde een groot verschil gemaakt.

Discussiestelling 2

Een heliocentrisch¹⁰ systeem met epicykels en berekeningen, zoals bij Copernicus (1543), is een noodzakelijke tussenstap tussen de geocentrische epicykels van Ptolemaeus (150 na Chr.) en de heliocentrische ellipsen van Kepler (1609). De Islamitische sterrenkundigen hadden de kennis om zo'n heliocentrisch systeem met epicykels te ontwikkelen, maar ze zochten er niet naar.¹¹ Ptolemaeus en de Islamitische sterrenkundigen gingen uit van een geocentrisch universum waarin de zon en de planeten om de aarde bewogen. Elke planeet draaide op een epicykel, dat is een cirkel waarvan het middelpunt zelf weer in een andere cirkel draait, niet om de aarde maar om een punt daar vlakbij.

Dit systeem is 'fout' vanuit modern fysisch oogpunt, en Cohen verwijt Ptolemaeus dat de cirkels in zijn systeem in 'de realiteit' niet kunnen bestaan.¹² Ptolemaeus geloofde echter wel dat de planeten in de realiteit zo draaiden als hij in zijn modellen beschreef, ze zaten namelijk vast in draaiende sferen van hemelse substantie.¹³ Hij laat ook zien dat je de afmetingen van die hemelse sferen zo kan maken dat alles past. De modellen van Ptolemaeus waren zo goed dat de sterrenkundigen hiermee allerlei hemelverschijnselen konden voorspellen, zelfs

8 Zie O. Gingerich, *Het boek dat niemand las* (Amsterdam 2004) 126-132.

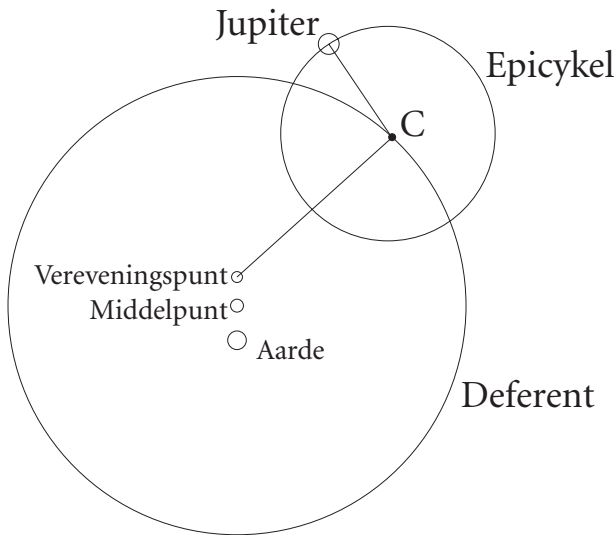
9 Bij *De Revolutionibus* van Copernicus werd de drukproef van de eerste druk gelezen door zijn leerling Rheticus.

10 De zon hoeft niet precies het middelpunt van het hele systeem te zijn, en daarom gebruiken moderne wetenschapshistorici soms de meer precieze term heliostatisch.

11 Cohen, *Herscheping* (n. 1) 89-92.

12 Ibidem 26.

13 Zie Bernard R. Goldstein, 'The Arabic Version of Ptolemy's Planetary Hypotheses', *Transactions of the American Philosophical Society* 57 (1967) no. 4.



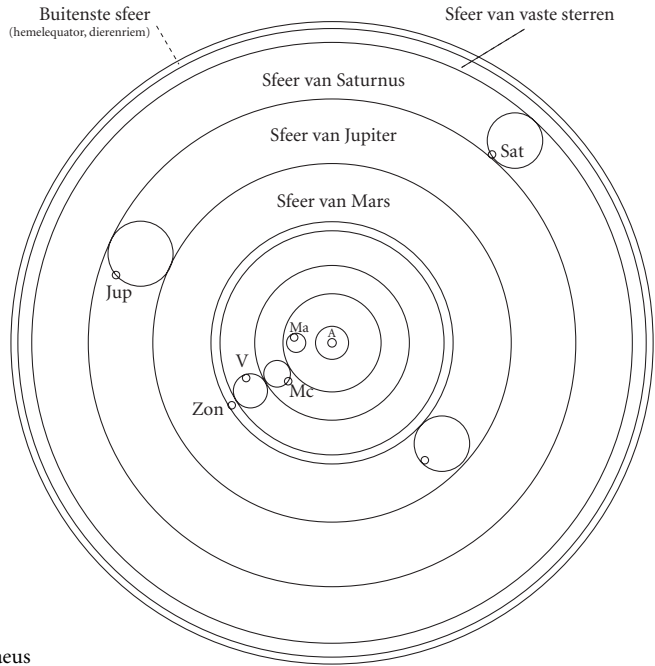
Figuur 1. De planeet Jupiter draait met constante snelheid in een epicykel met middelpunt C. Het punt C draait in een cirkel met middelpunt in de buurt van de aarde. C draait met constante hoeksnelheid gezien vanuit vereveningspunt.

het tijdstip en het verloop van zonsverduisteringen op een willekeurige plaats op aarde. Dit leverde een interessante confrontatie met de realiteit (voor Ptolemaeus en zijn Islamitische opvolgers), omdat een totale zonsverduistering slechts kort duurt.¹⁴ Copernicus ontwierp een systeem met epicykels waarbij de zon (en niet de aarde) in rust is. Hierdoor wordt het systeem eenvoudiger, de grote epicykels van de planeten zijn overbodig, en enkele ‘toevalligheden’ in het systeem van Ptolemaeus worden verklaard. De zon staat vlakbij het middelpunt van het universum maar is zelf niet dat middelpunt. Pas Kepler heeft een nieuw systeem ontworpen waarin de planeetbanen ellipsen zijn met de zon in een brandpunt. Alle epicykels vallen nu weg en de zon krijgt een echte functie. Kepler koos pas voor zijn ellipsen na moeizaam rekenwerk aan de zeer goede waarnemingen van Tycho Brahe. Deze waarnemingen hadden een grotere nauwkeurigheid dan in de middeleeuws Islamitische wereld mogelijk was.

Er zijn dus twee stappen gemaakt: van geocentrisch naar heliocentrisch (door Copernicus), en van cirkels naar ellipsen (door Kepler). Deze twee stappen zijn te groot om tegelijk te doen.¹⁵ Voordat je kunt gaan nadenken over planeetbanen met de zon in een brandpunt moet je al een soort heliocentrisch systeem hebben. En daarmee bedoel ik niet een vage filosofische speculatie maar een systeem dat helemaal was doorgerekend, zoals bij Copernicus. Anders gezegd: als voorloper voor een Islamitische Al-Kepler zou er ook een Islamitische Al-Copernicus geweest moeten zijn. Er zijn twee redenen waarom een heliocentrisch systeem niet in de Islamitische sterrenkunde ontwikkeld is. De eerste reden is dat de Islamitische ster-

¹⁴ In de negende en tiende eeuw probeerden Islamitische astronomen om deze voorspellingen te vergelijken met de waarnemingen, en de modellen zo te corrigeren dat de verschillen wegvielen. Zie bijvoorbeeld A.P. Caussin de Perceval, ‘Le livre de la grande table Hakémité’, *Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque Nationale et autres bibliothèques* 7.12 Parijs (1803-1804), met name 100, 108, 130, 136, 180-184; herdrukt in: F. Sezgin (ed.), *Islamic Mathematics and Astronomy* 24 (Frankfurt 1997).

¹⁵ Vgl. ook van Bernard R. Goldstein & Giora Hon, ‘Kepler’s Move from Orbs to Orbits: Documenting A Revolutionary scientific concept’, *Perspectives on Science* 13 (2005) 74-111, met name 79, 84-86.



Figuur 2. Het heelal volgens Ptolemaeus

renkunde zich na het jaar 1000 een andere kant uit ontwikkelde, meer in de richting van de natuurfilosofie. Ibn al-Haytham had gezegd dat de planeetbanen in overeenstemming moesten zijn met natuurfilosofische principes. Dat hoefden niet precies de principes van Aristoteles te zijn: bij de cirkelvormige beweging werd ook toegestaan dat het middelpunt niet de aarde was. Het mocht zelfs een bewegend punt zijn, mits dat punt zelf ook een cirkelvormige beweging had. De aarde bleef echter wel het uiteindelijke middelpunt van het heelal, en elke cirkelvormige beweging moest een constante snelheid hebben. Het systeem van Ptolemaeus voldeed daar zoals gezegd niet helemaal aan, maar in de dertiende eeuw vond de al eerder genoemde al-Toesi een manier om met twee extra epicykeltjes deze oneffenheid uit het Ptolemaeisch systeem weg te werken.¹⁶ Zo ontstonden uiteindelijk diverse geocentrische systemen die in overeenstemming waren met natuurfilosofische principes en ook met de waarnemingen die in die tijd beschikbaar waren. Als de Islamitische sterrenkundigen een heliocentrisch systeem met epicykels hadden willen ontwikkelen, hadden ze dat zonder moeite kunnen doen. Er waren geen nieuwe waarnemingen en ook geen nieuwe wiskunde voor nodig. Er is een tweede verschil tussen de Islamitische en de Europese sterrenkunde. Copernicus kende diverse teksten van latere Griekse en Romeinse schrijvers die een heliocentrisch systeem noemen, of in elk geval een systeem waarbij Mercurius en Venus om de zon draaien.¹⁷ Er zijn maar twee korte verwijzingen naar een heliocentrisch systeem

¹⁶ Zie Neugebauer & Swerdlow, *Mathematical astronomy in Copernicus's De Revolutionibus* (n. 7) 41-48. Copernicus maakte ook gebruik van deze truc.

¹⁷ Zie T.L. Heath, *Aristarchus: the ancient Copernicus* (Oxford 1913) 301-310, en Bernhard Goldstein, 'Copernicus and the Origin of his Heliocentric System', *Journal for the History of Astronomy* 33 (2005) 219-235. Het heliocentrisch systeem wordt ook genoemd in de Zandrekenaar van Archimedes, maar deze was onbekend aan Copernicus, en trouwens ook niet in het Arabisch vertaald.

bekend die uit het Grieks in het Arabisch vertaald zijn. Deze verwijzingen hebben in de Islamitische sterrenkunde geen aandacht getrokken.¹⁸ In de hele zestiende eeuw is er in Europa uitgebreid over het heliocentrische systeem gedebatteerd, waarbij de meesten er tegen waren. Maar dat er over gesproken werd, was natuurlijk wel belangrijk voor Kepler en Galilei. In de Islamitische sterrenkunde wordt helemaal niet over een heliocentrisch systeem gesproken. Ook dat maakt het optreden van een Al-Kepler en Al-Galilei moeilijk denkbaar.¹⁹ In moderne Islamitische landen krijg ik wel eens de vraag, waarom bepaalde kennis in zeventiende-eeuws Europa ontdekt is en niet bij hen. Daarop geef ik als antwoord: Omdat de boekdrukkunst niet in de Islamitische wereld ontwikkeld is (dit heeft te maken met het Arabisch schrift, dat niet op voor de hand liggende manier in losse letters kon worden verdeeld) en omdat in de Islamitische sterrenkunde geen heliocentrisch systeem uitgewerkt is. Ik zoek het verschil niet in religie.

Discussiestelling 3

‘De Islam’ zou, net zo min als het Christendom, een essentiële belemmering zijn geweest voor de verspreiding van nieuwe wetenschap zoals die in Europa in de zeventiende eeuw is ontstaan.²⁰ Omdat er geen Al-Kepler en Al-Galilei in de Islamitische wereld zijn geweest, is de vraag hoe de Islam hierop gereageerd zou hebben, van beperkt belang. Persoonlijk denk ik: niet veel anders dan het Christendom. Natuurlijk zouden er, net als in het Christendom, moeilijkheden gemaakt zijn. Maar in de Islamitische traditie bestaan ook wel degelijk mogelijkheden om op een niet-letterlijke manier met de tekst van de Koran om te gaan, net als in het Christendom met de Bijbel. Kijken we eerst naar het Islamitisch erfrecht. Hiervoor worden in de Koran regels gegeven: welk deel van de erfenis gaat naar zoon, dochter, ouders, enz.²¹ Deze regels zijn niet consistent. Het is gemakkelijk, familiesituaties te bedenken, waarin meer dan honderd procent van een erfenis uitgekeerd zou moeten worden als we de tekst letterlijk nemen. Natuurlijk is hier in de orthodoxe Islam iets op gevonden, dat inhoudt, dat je die teksten niet letterlijk neemt, maar de getallen aanpast zodat er wel iets zinnigs uitkomt. Islamitische filosofen hebben trouwens ook beargumenteerd dat in de context van natuurwetenschappelijk onderzoek van een letterlijke interpretatie van de Koran kan worden afgeweken.²²

Een tweede argument is dat ‘Islam’ meer inhoudt dan orthodoxie. Ook in later eeuwen bestond kritiek op de vertegenwoordigers daarvan. Een mooi voorbeeld is Omar Khayyam (1048-1131), de al eerder genoemde wiskundige die ook dichter was, beroemd vanwege zijn

18 Zie Hans Daiber, *Aetius Arabus* (Wiesbaden 1980) 152-152, 158-161: ‘Sommige wiskundigen [...] vinden dat de zon in het midden van het heelal is’ (II 15,5) en ‘Aristarchus plaatst de zon onder de vaste sterren, en (hij zegt) dat de aarde in de baan van de zon beweegt’ (*wa-ammā Aristarkhus fa-innahu yada’ al-shams ma’a al-kawākib al-thābita wa-anna al-ard tataharraka fī falak al-shams* II 24,8; dit is een Arabische versie van de Griekse passage vertaald in Heath, *Aristarchus* (n. 17) 305, regel 3-5).

19 Er werd in de Islamitische wereld wel over de mogelijke rotatie van de aarde gesproken. Al-Biroeni zegt dat de sterrenkundigen niet kunnen uitmaken of de aarde wel of niet roteert, omdat alle verschijnselen op grond van beide hypothesen (roterende of stilstaande aarde) correct beschreven kunnen worden. Zie Eilhard Wiedemann, ‘Über die Anschauungen der Araber über die Bewegung der Erde’, *Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften* 11 (1912) 131. Herdrukt in Eilhard Wiedemann, *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte* (Frankfurt 1985) vol. 2.

20 Cohen, *Herschepping* (n. 1) 187-188.

21 Koran, Soera 4, verzen 7, 11-14, 176. Zie ook Ulrich Rebstock, *Rechnen im islamischen Orient* (Darmstadt 1992) 219.

22 Zie bijvoorbeeld Remke Kruk (ed.), *Averroes, Geloof en Wetenschap in de Islam: Averroes’ ‘Het beslissende woord’* (Kampen 2006) 38-40.

kwatrijnen. Hij was trouwens ook Korangeleerde. In een van zijn kwatrijnen zegt hij: Je kunt beter in de kroeg met een glas wijn je geheimen aan God blootleggen, dan dat je in de moskee zonder God aan het papegaaibebed meedoen. In een ander kwatrijn heeft hij het vermoedelijk over een paar theologen. Hij zegt: als je bij deze mensen bent, kun je je het beste als een ezel gedragen. Want iedereen die niet net zo'n ezel is als zij, is volgens hen een ongelovige.²³ De kritische tendensen waren niet overheersend, maar daar gaat het niet om; aanwezig waren ze wel. In de Islamitische mystiek was men niet echt geïnteresseerd in orthodoxie. De mystieke poëzie van Jalaluddin Roemi (1207-1273) is tegenwoordig razend populair in Amerika – waarbij de meeste lezers niet eens weten dat Roemi een Moslim was.

Mijn derde argument is het enthousiasme waarmee de westerse natuurwetenschap tegenwoordig wordt omhelsd (je kunt het moeilijk anders noemen) in sommige streng-Islamitische landen, met name Saoedi-Arabië en Iran. Een goede bekende van mij in Saoedi-Arabië is imam, en tevens docent mechanica aan een technische universiteit. Blijkbaar is het voor hem geen probleem de Newtonse mechanica met de Islam te rijmen. Ik krijg het gevoel dat niemand in het tegenwoordige Iran zich zorgen maakt over een conflict tussen Islam en moderne natuur- en sterrenkunde. Enige jaren geleden was ik aanwezig op een bijeenkomst in het Ministerie van Islamitische begeleiding in Kerman, waar een film werd vertoond van Stephen Hawking over de geschiedenis en structuur van het universum. De film werd in het Perzisch vertaald en werd met grote belangstelling gevolgd door alle aanwezigen, waaronder veel vrouwen. Conclusie: het zou in principe niet onmogelijk geweest zijn, 'de Islam' met het werk van een Al-Kepler en Al-Galilei te harmoniseren. Structuren in de middeleeuwse Islamitische maatschappij zouden uiteraard wel een belemmering geweest kunnen zijn, maar ik vind het niet erg zinvol hierover verder te speculeren (er waren immers geen Al-Kepler en Al-Galilei).²⁴

Tot slot een opmerking terzijde: het Christendom is veranderd door de omgang met de wetenschap en haar producten. Nu in de Islamitische wereld miljoenen jonge mensen de Westerse natuurwetenschap bestuderen, heeft dit uiteraard gevolgen voor de Islamitische cultuur, en, naar ik verwacht, ook voor de Islamitische religie. Er is volgens mij in de huidige Islamitische wereld een interessant veranderingsproces aan de gang, dat zich onttrekt aan de invloed van Islamitische theologen en dat ook onbekend is in de Westerse media. Ook binnen de Islam is het leven uiteindelijk sterker dan de leer.

(3) Over essentiële vragen, noodzakelijke en voldoende voorwaarden

CHRISTOPH LÜTHY

Faculteit der Filosofie & Faculteit der Natuurkunde, Wiskunde en Informatica, Radboud Universiteit Nijmegen

Het is me een groot genoegen om op het boek van Floris Cohen te mogen reageren. Dit genoegen heeft voornamelijk te maken met het feit dat ik me als wetenschapshistoricus en liefhebber van de zeventiende eeuw verheug over Cohens vurig pleidooi voor de cruciale rol die deze eeuw in de ontwikkeling van de wetenschappen en voor de moderne wereld heeft gespeeld. Maar mijn genoegen heeft, als het ware, ook een meer voveuristische kant: ik was

²³ A. Arberry, *Omar Khayyam: A new version based on recent discoveries* (Londen 1959) nos. 87, 238.

²⁴ Zie eventueel Toby Huff, *The rise of early modern science* (Cambridge 1993).

er namelijk tot een paar maanden geleden van overtuigd dat dit boek nooit zou verschijnen, en nu het toch is verschenen, heb ik het met een mengsel van bewondering, ongelovigheid en – inderdaad – voyeurisme gelezen. Deze misschien ongewone gevoelens hebben te maken met het feit dat ik van Floris Cohens project in de loop der jaren verschillende versies en uitwerkingen heb gezien, en hem meerdere keren in de rol van een eenzame held heb aanschouwd, die zijn sterke stellingen tegen de veelkoppige slang van zijn tegenstanders moest verdedigen. Voor het eerst was dit in het voorjaar van 1995 het geval, toen Cohen in het toenmalige Dibner Institute for the History of Science van M.I.T. in Cambridge, Massachusetts, zijn model van de wetenschappelijke revolutie introduceerde. Een menigte van prominente wetenschapshistorici was bij zijn lezing aanwezig, en volgens mijn herinnering heerste er na afloop van de afsluitende discussie algemene verbazing. Van Floris Cohen was namelijk eerder in hetzelfde jaar bij de University of Chicago Press het boek *The Scientific Revolution. A Historiographical Inquiry* verschenen. In dit buitengewoon gedetailleerde boek zijn ongeveer zeventig negentiende- en twintigste-eeuwse pogingen geanalyseerd om de natuurwetenschappelijke ontwikkelingen van het vroegmoderne tijdperk als een al dan niet samenhangende omwenteling te beschrijven. Menig lezer heeft uit de lectuur van dit boek de conclusie getrokken dat een overkoepelend model van de wetenschappelijke revolutie onmogelijk is, en, sterker nog, dat het begrip ‘wetenschappelijke revolutie’ misleidend en dus overbodig is (ook al was dit duidelijk niet de conclusie die Cohen zelf wilde trekken).

Waarom ‘misleidend’? Omdat in de politieke sfeer een revolutie een plotselinge omwenteling betekent, die kort van duur en duidelijk dateerbaar is. Op school leerden wij dat de Russische Revolutie in 1917 plaatsvond, de Franse in 1789, en de Engelse ‘Glorious Revolution’ in 1688. Maar in welk jaar vond de wetenschappelijke revolutie plaats? Rupert Hall, die een halve eeuw geleden een gezaghebbend boek daarover schreef, was van mening dat de wetenschappelijke revolutie een 300-jaar durend proces is geweest.²⁵ Halls verhaal begint omtrent 1500 omdat hij denkt dat de wetenschappelijke revolutie met het humanisme, de ontdekking van de nieuwe wereld, met Copernicus en Vesalius is begonnen, en dat zij pas met Lavoisiers scheikunde aan het einde van de achttiende eeuw is afgerond. Maar als ‘the formation of the modern scientific attitude’ (die Hall in zijn ondertitel noemt) 300 jaar heeft geduurd, waarom zouden wij het woord ‘revolutie’ en niet ‘evolutie’, of gewoon ‘ontwikkeling’, ervoor willen gebruiken?

Andere gezaghebbende auteurs waren ietsje terughoudender. Thomas Kuhn en Alexandre Koyré boden bijvoorbeeld verhalen aan over de revolutie die een grotere terughoudendheid toonden wat betreft de lengte van het tijdperk en het aantal wetenschappelijke disciplines.²⁶ Maar ook de Copernicaanse revolutie waarover zij het hadden was niet de revolutie die door Copernicus in zijn eentje was uitgevoerd of voltooid, maar een revolutie, die met zijn *De revolutionibus orbium coelestium* van 1543 slechts op gang was gekomen. Om deze revolutie te voltooien moesten eerst nog de kristallijnen sferen waaraan ook bij Copernicus nog de sterren vastgeplakt waren worden afgeschaft, de planetaire cirkelbanen door ellipsen worden vervangen, de manen van Jupiter en de fasen van Venus met behulp van de telescoop worden ontdekt en vooral de traditionele scheiding tussen aardse en hemelse natuurkunde worden opgeheven. En dan zit men plotseling niet meer in 1543, maar in 1687, in het jaar van het verschijnen van Newtons *Principia*. Ook deze meer beperkte opvatting van een wetenschappelijke revolutie gaat uit van een periode van verandering van minstens 140 jaar.

²⁵ A.R. Hall, *The Scientific Revolution: 1500-1800. The Formation of the Modern Scientific Attitude* (London 1954).

²⁶ T.S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge MA 1957); A. Koyré, *La révolution astronomique* (Paris 1961).

Wij hebben hier dus met twee moeilijkheden te maken, waarmee de verdediger van het idee van een ‘wetenschappelijke revolutie’ moet worstelen. De eerste is dat de moderne wetenschap uit verschillende disciplines bestaat, waarvan niet elke discipline zich in hetzelfde tijdperk tot een herkenbare toestand van moderniteit heeft ontwikkeld. Als men de scheikunde en, nog moeilijker, de biologie in het verhaal over de geboorte van de moderne wetenschap wil inbedden, wordt het een eeuwenlang verhaal, dat eigenlijk tot Darwin of zelfs tot Haeckel doorgetrokken zou moeten worden. En daarbij laat ik de nog veel moeilijkere vraag bewust buiten beschouwing, namelijk of astronomie, geneeskunde, scheikunde en biologie echt als één samenhangend geheel mogen worden beschouwd, of men dus over ‘de moderne natuurwetenschap’ in het enkelvoud mag spreken, zoals dat Floris Cohen in de ondertitel van zijn boek doet, en niet eerder over een reeks vrij verschillende ‘wetenschappen’. De tweede vraag waarmee de verdediger van het idee van een ‘wetenschappelijke revolutie’ moet worstelen is dat ook het idee van een beperkte revolutie, die zich in één discipline voltrekt, niet noodzakelijk een dramatische verkorting of vereenvoudiging van het verhaal oplevert. Niet alleen was er zonder Tycho Brahe, Johannes Kepler, Galileo Galilei en Isaac Newton geen Copernicaanse revolutie geweest, maar, veel erger nog, Brahe’s beschrijving van kometenbanen weerlegden Copernicus’ hemelssferen, Keplers ellipsenbanen weerlegden Copernicus’ en Tycho’s kosmologische modellen, en Galilei geloofde nooit in Keplers astronomische wetten, ook al was zijn bijdrage tot de unificatie van de aardse en hemelse natuurkunde beslissend. Het is dus onduidelijk of men al die ontwikkelingen van Copernicus tot Newton als één revolutie zou mogen samenvatten, en niet eerder als een bijzonder dramatisch voorbeeld van wat Popper het wetenschappelijke proces van *conjecture and refutation* noemt. Er zijn feitelijk historici die bijvoorbeeld van de uitdrukking ‘copernicaanse revolutie’ af willen. Jürgen Mittelstraß spreekt van de ‘Keplersche Revolution’, terwijl bewonderaars van Tycho Brahe’s observatorium *Uraniborg* het over een ‘Tychonische revolutie’ hebben en anderen over ‘Galileo’s revolutie’ en ‘Newtons revolutie’. Is het ons veroorloofd deze alomtegenwoordige revoluties als delen van een overkoepelende revolutie te zien? Dat is een moeilijke historiografische vraagstelling. Iedereen kent natuurlijk Thomas Kuhns beroemde antwoord erop: In zijn *The Structure of Scientific Revolutions* typeert hij de normale ontwikkeling van de moderne wetenschappen als een reeks van paradigma’s, die elkaar in revolutionaire momenten opvolgen.²⁷ Maar met dit model wordt het moeilijk een normaal revolutionaire paradigma-wisseling te onderscheiden van de grote – en naar men zegt historisch unieke – wetenschappelijke revolutie van de vroegmoderne tijd.

Maar terug naar het voorjaar van 1995 en naar het Dibner Institute, waar dus Floris Cohen tijdens een lunchseminar een lezing over zijn nieuwe project gaf, namelijk een boek te schrijven over de kern en het wezen van de wetenschappelijke revolutie. De algemene verbazing die op zijn lezing volgde, berustte op het feit dat hier kennelijk een man zat die net in een uitputtend boek leek te hebben bewezen dat het onmogelijk was om tot een niet onomstreden begripsbepaling van de wetenschappelijke revolutie te komen, en die niettemin van plan was om een boek over juist dit onderwerp te schrijven. Zijn project was echter duidelijk niet het gevolg van naïviteit, want als iemand de literatuur en al die argumenten kende die ik net noemde, dan was hij dat. Er was dus iets anders aan de hand, en dat bleek ook uit alle latere debatten, die ik heb mogen volgen, en nu uiteindelijk ook uit het boek, waaraan wij deze bijeenkomst te danken hebben. Floris Cohen heeft duidelijk een intellectuele missie: hij wil een

27 T.S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago 1962).

idee verdedigen, en hij doet dat met verve, een schitterende stijl en met grote overtuigingskracht.

Van sommige aspecten van zijn betoog ben ik trouwens ook helemaal overtuigd, en deze punten zou ik meteen willen noemen. Ik ben het met Floris Cohen eens dat onze moderne samenleving – die wij in het Nederlands niet zonder reden een ‘kennissamenleving’ noemen – op een unieke combinatie van wetenschappelijk onderzoek, toegepaste techniek, en een voortdurende en door de overheid gestimuleerde poging tot verbetering van onze materiële omstandigheden en ons productievolume berust. Ik ben het ook met hem eens dat de koppeling van natuurwetenschappelijk onderwijs, institutioneel onderzoek en industriële toepassing een Westers fenomeen is, en Europees van oorsprong. Verder lijkt het me onbetwistbaar dat de ontwikkeling van de natuurwetenschappen in de vroegmoderne tijd, en met name in de zeventiende eeuw, een cruciale voorwaarde voor het ontstaan van de moderne technologische samenleving vormt. Het begrijpen van ‘het ontstaan van de moderne natuurwetenschap’ – om opnieuw de ondertitel van Cohens boek aan te halen – lijkt me dus buitengewoon belangrijk voor diegene die onze tijd en diens voorwaarden wil verstaan.

Dit is trouwens ook de reden dat er de afgelopen jaren steeds nieuwe boeken over ‘de wetenschappelijke revolutie’ zijn verschenen.²⁸ Het is duidelijk dat deze uitdrukking, die immers impliciet een vraagstelling benoemt, moeilijk te vervangen of uit te bannen is. Dit verschijnsel wordt op een irritante en intellectueel totaal onbevredigende manier duidelijk in het boekje van Stephen Shapin, wiens intussen beroemd geworden eerste zin verklaart: ‘There was no such thing as the Scientific Revolution, and this is a book about it.’²⁹

Maar afgezien van Peter Dear’s *Discipline and Experience* is geen van de recentelijk gepubliceerde boeken over de ‘wetenschappelijke revolutie’ inhoudelijk of methodologisch vernieuwend. De meeste titels vatten de zogenoemde oude ‘master narratives’ samen, met het oog op docenten en studenten van inleidende universitaire cursussen wetenschapsgeschiedenis.

Cohens boek is in dit opzicht een echte uitzondering, want het schenkt ons niet alleen een nieuwe kijk op de geschiedenis van de wetenschappelijke revolutie, die nu in een nog sterkere uitdrukking als ‘de herschepping van de wereld’ wordt geprezen; maar – zoals Cohen in zijn onbescheiden ondertitel aanduidt – het geeft ons tegelijk een ‘verklaring’ van het ontstaan van de moderne natuurwetenschap. Ik bewonder Cohens moed zeer. Eigenlijk had het motto, dat in zijn eerder boek als inleidend epigram stond, in dit boek moeten staan: ‘It is better for a historian to be wrong than to be timid’. Lynn White, van wie deze uitspraak afkomstig is, zou met dit boek tevreden geweest zijn.³⁰

Dat Cohen niet timide of angstig is, staat denk ik buiten kijf. Als ik het goed begrijp gaat het in deze sectie van *Studium* om over de tweede door Lynn White genoemde eigenschap, namelijk om de vraag of Cohens verhaal waar is of niet.

28 Voorbeelden van nieuwere boeken over de wetenschappelijke revolutie zijn: Peter Dear, *Discipline and Experience: The Mathematical Way in the Scientific Revolution* (Chicago 1995); Steven Shapin, *The Scientific Revolution* (Chicago 1996); John Henry, *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science* (Basingstoke 1997); Rienk Vermij, *De wetenschappelijke revolutie* (Amsterdam 1999); Margaret Osler (ed.), *Rethinking the Scientific Revolution* (Cambridge MA 2000); Wilbur Applebaum (ed.), *Encyclopedia of the Scientific Revolution: from Copernicus to Newton* (New York 2000); Peter Dear, *Revolutionizing the Sciences. European Knowledge and Its Ambitions, 1500-1700* (Princeton 2001).

29 Shapin, *Scientific Revolution* (n. 28) 1.

30 H.F. Cohen, *The Scientific Revolution: A Historiographical Inquiry* (Chicago 1994) voorwerk, zonder bronvermelding.

Ik wil in deze korte reactie slechts twee specifieke punten noemen, ten aanzien waarvan Cohens verklaring twijfels in mij oproept. Ik zal deze punten als vragen formuleren:

- 1) Is de vroegmoderne natuurwetenschap een voldoende, of slechts een noodzakelijke voorwaarde voor de moderne westerse kennissamenleving (Cohens 'nieuwe wereld')?
- 2) Levert het model van Athene, Alexandrië, Athene-plus en Alexandrië-plus ons echte voordelen?

Over punt 1: In de Inleiding begint Cohen met een onaanlokkelijke beschrijving van het leven in wat hij 'de oude wereld' noemt:

Als u, lezer, meer dan zeg twee eeuwen eerder was geboren, is de kans groot dat u arm zou zijn geweest, erg arm zelfs. U zou uw leven lang boerenarbeid hebben verricht ... U zou uw kinderschaar op een enkele taai overlever na zelf ten grave hebben gedragen. Voor uw eigen leven zou u als vanzelfsprekend hebben aangenomen dat er zo rond uw vijfenveertigste waarschijnlijk wel een eind aan zou komen.³¹

In zulke onplezierige omstandigheden leven wij Westerlingen gelukkig niet meer, schrijft Cohen, maar wij leven in de herschappen, nieuwe wereld. Als historicus wil hij echter graag het volgende begrijpen: 'Wanneer, waar, hoe en waardoor heeft die [sprong] voor het eerst zich voltrokken?' Zijn antwoord is: 'De eerste tekenen zijn zich gaan voordoen in Engeland zo omstreeks 1780, en binnen een eeuw is het aanzien van Europa en de Verenigde Staten er op het onherkenbare af door gaan veranderen'.³²

Na deze inleidende opmerkingen zou je een boek over het tijdperk 1780-1880 verwachten, oftewel over de industriële revolutie en haar maatschappelijke implicaties. De vraag rijst dus naar de samenhang tussen de industriële revolutie, die ons de 'nieuwe wereld' heeft geschonken, en de wetenschappelijke revolutie, die volgens Cohen rond 1600 begon en die zich dus kennelijk nog in haar geheel in de oude wereld afspeelde. Cohen legt in zijn inleiding een verband door te bewijzen dat de uitvindingen van Hertz en Marconi de theorie van Maxwell nodig hadden, en Maxwell het werk van Faraday, en Faraday de theorieën van Newton, en Newton de nieuwe wetenschappen van Galilei, en dat daarom de ontdekkingen van de negentiende niet zonder de ontdekkingen van de zeventiende mogelijk zouden zijn geweest.³³ *D'accord*: ik kan de mening accepteren dat een noodzakelijke voorwaarde voor de moderne technische wetenschap de vroegmoderne wetenschap was. Maar ik heb wat aarzelingen ten opzichte van Cohens manier om de twee eeuwen op een sterkere manier aan elkaar te koppelen, alsof de industriële revolutie een noodzakelijk gevolg van de wetenschappelijke revolutie was geweest. Ten eerste zou je een dergelijke teruglopende lijst van noodzakelijke voorgangers zonder moeite voorbij Galilei kunnen trekken: Galilei's twee nieuwe wetenschappen zijn niet zonder Guidobaldo del Monte voorstelbaar, Guidobaldo niet zonder de academische en ingenieurtechnische *mechanica*-tradities van de zestiende eeuw, deze niet zonder de humanistische hovelingen, deze niet zonder de middeleeuwse universiteiten, enzovoort. Bij een dergelijke *regressus* lijkt het moeilijk te bepalen of er een punt is waar je mag stoppen. Omgekeerd zijn er misschien ontelbare noodzakelijke voorwaarden voor een te verklaren historisch gebeuren te verzinnen, maar wanneer mogen wij de lijst als voldoende beschouwen om deze gebeurtenis echt als verklaard te beschouwen? Juist met betrekking tot de industriële revolutie heb ik sterke twijfels: zeer waarschijnlijk is daarvoor de zogenoemde

³¹ Cohen, *Herscheping* (n. 1) 7.

³² Ibidem 8.

wetenschappelijke revolutie een noodzakelijke voorwaarde geweest, maar ik betwijfel dat het een voldoende voorwaarde was, want anders hadden wij voor de sprong naar Cohens nieuwe wereld niet nog honderd jaar langer in onaantrekkelijke oude-wereldse omstandigheden op beterschap hoeven wachten. Om de industriële revolutie te verklaren heb je bijkomende economische, militaire en technische omstandigheden nodig, die in de zeventiende eeuw in deze vorm nog niet aanwezig waren.

Maar nu, over dergelijke niet-wetenschappelijke factoren gesproken: waarom zegt Cohen zo weinig over de economische, militaire en technische omstandigheden van de zestiende en zeventiende eeuw? Edgar Zilsel, wiens betoog hij uiteraard kent, heeft gesteld dat de wetenschappelijke revolutie niet zonder de technologische, economische, sociale en militaire ontwikkelingen van de Renaissance mogelijk zou zijn geweest.³⁴ In dit opzicht lijkt het me nog altijd belangrijk ons te herinneren dat de globalisering in de vijftiende eeuw is begonnen met de expansie van Portugal en Spanje naar Afrika en Amerika. Daar begint een nieuwe wereld die niet het gevolg is geweest van de zogenoemde wetenschappelijke revolutie, maar diens voorwaarden.

Heel kort samengevat gaat mijn eerste vraag dus over de historische rol die feitelijk aan de wetenschappelijke ontwikkelingen van de zeventiende eeuw mag worden toegekend.

Mijn tweede vraag is ietsje academischer van aard: Geeft de door Cohen gepostuleerde polariteit van Athene en Alexandrië ons een bruikbaar historisch model?³⁵ Was de antieke werkelijkheid niet veel ingewikkelder, en haar intellectuele gevolgen eveneens? In plaats van een uitputtende beschouwing van deze vraag probeer ik voor u een niet heel serieus bedoeld tegen-model te ontwikkelen. De Grieken beschikten volgens dit model over drie scholen, Athene, Alexandrië en Croton in het zuidelijke Italië. In Athene werd een wijsgerig-natuurkundige soort van wetenschap beoefend, in Alexandrië een wiskundig-toegepaste soort, en in Croton, waar Pythagoras zijn school had gesticht, werd een model ontwikkeld, waarin getallen als de basis van de werkelijkheid werden beschouwd. Deze derde school had enorme invloed, zelfs op de wetenschapsopvattingen in Athene, want tijdens zijn verblijf in Italië kwam Plato in aanraking met de school van Pythagoras. Na zijn terugkomst in Athene schreef hij zijn *Timaëus*, een invloedrijke dialoog die weergeeft hoe een goddelijke architect de wereld volgens harmonische verhoudingen had geconstrueerd. Het Pythagoreïsme van Plato was zo revolutionair dat Aristoteles de boeken *M* en *N* van zijn *Metaphysica* aan een weerlegging van de wiskundige overtuigingen van Plato én van Pythagoras wijdde. Nog sterker was de invloed van Croton-plus in de Renaissance. Copernicus noemt bij voorbeeld als zijn directe voorganger de Pythagoreer Aristarchus van Samos, een leerling van Filolaos van Croton. Giordano Bruno, om een ander voorbeeld te noemen, deed een poging om een *physico-mathematica* te ontwikkelen, die wij weliswaar als knettergek mogen beschouwen, maar die door de fysicalisering van natuurlijke getallen op een heel eigen manier op de zeventiende-eeuwse mathematisering van de natuurkunde anticipeert. Is het Platonisme van Galileo bovendien iets anders dan zijn geloof in de vooronderstellingen van de *Timaëus*, wiens atomistische programma hij in zijn *Saggiatore* duidelijk overneemt? Het is volgens

³³ Ibidem 10-11.

³⁴ E. Zilsel, 'The Sociological Roots of Science', *American Journal of Sociology* 47 (1942) 544-562.

³⁵ Cohen, *Herschepping* (n. 1) passim, bijvoorbeeld 37: '[...] 'Athene' en 'Alexandrië' als twee onderscheiden vormen van natuurkennis [...]: de abstract-wiskundige aanpak [van Alexandrië] verschilde in een groot aantal opzichten van de natuurfilosofische [van Athene]. Ze waren zelfs zo drastisch verschillend dat er nauwelijks uitwisseling tussen de ene en de andere vorm van natuurkennis plaatsvond'.

deze opvatting de overwinning van Croton-plus over de anderen twee scholen die de wetenschappelijke revolutie heeft ontketend.

Ik pleit hier natuurlijk helemaal niet serieus voor de vervanging van Cohens twee modellen door mijn drietal. Waar het mij om gaat is de vraag of zijn strakke scheiding tussen slechts twee modellen van toepassing is op een Griekse wereld, die toch ook in Abdera, Syracuse, Cos, Agrigentum of inderdaad Croton belangrijke wetenschappelijke theorieën en praktijken heeft ontwikkeld, die niet allemaal óf bij Athene óf bij Alexandrië passen. Terwijl mijn eerste vraag voornamelijk om de door Cohen aangetoonde noodzakelijke gevolgen van de ‘wetenschappelijke revolutie’ draait, gaat het in deze tweede vraag om haar voorwaarden. Is het voldoende en historisch geloofwaardig om de wetenschappelijke revolutie te verklaren uit het versmelten van twee hoofdzakelijk Griekse scholen?

Ondanks zijn seculiere stellingen is Cohens boek trouwens merkwaardig religieus. Het lijkt alsof zijn ‘nieuwe wereld’ steeds al achter een deur verborgen lag, en dat ook de sleutels, die nodig waren om de twee sloten in deze deur te openen, reeds in de oudheid gesmeed waren. Pas in de zeventiende eeuw is volgens Cohen de deur geopend, door beide sleutels tegelijk te gebruiken: en plots sprong toen de deur open, en kon de mensheid in een nieuw, seculier paradijs binnentrekken. Het is opvallend, hoe teleologisch, neen, bijna eschatologisch Cohens model is. Het is een gedurfd model, maar of het verdedigbaar is, is een andere vraag.

(4) Het Sokratisch probleem en de uitdaging van Newton. Hoe ‘De herschepping van de wereld’ beter te begrijpen

ERIC SCHLISSER

Universiteit Leiden, afdeling. Wijsbegeerte

Ik begin met lof voor Floris Cohen, die een zeer toegankelijk en tegelijkertijd intellectueel prikkelend boek over natuurwetenschap heeft geschreven. Op zichzelf zou dit al een prestatie van formaat zijn. Maar het boek probeert ook een scherp en historisch verantwoord vergelijkend antwoord te geven op de vraag waarom men in het moderne Europa wél en elders (China, de Islam beschaving, het oude Griekenland) niet tot de ‘moderne’ (12) natuurwetenschap is gekomen. Ik vermoed dat het publieke succes van *De Herschepping van de Wereld* voor een groot te danken is aan het feit dat Cohen de bereidheid van zijn lezer om uitgedaagd te worden vertrouwt en deze op zijn nieuwsgierigheid durft aan te spreken. Cohen mijdt de complexiteit niet, en toch durft hij duidelijke uitspraken te doen (mijn favoriet: ‘dat wetenschappelijke wereldbeeld, dat bestaat niet’, 275). Bovendien worden de bureaucratiserende aannames van onze maatschappij tussen de regels door af en toe mooi op de hak genomen (zie het advies van de ‘trendwatcher’ aan de Eurocommissaris, 102-109). Tenslotte geeft Cohen niet zomaar een disciplinaire samenvatting van de stand van zaken, zijn stellingen en manier van bewijsvoering staan haaks op de huidige trends: hij wil een belangrijke vraag beantwoorden. De lezer wordt eraan herinnerd dat de academische interesse voor de aard en oorsprong van ‘de’ wetenschappen niet zomaar een aangenaam tijdverdrijf is.

Ik heb het kritische deel van mijn commentaar in twee stukken verdeeld. In het eerste deel bekritiseer ik de historische basis van het onderscheid tussen ‘Athene’ en ‘Alexandrië’ dat Cohen schetst. In het tweede deel houd ik een pleidooi om de slinger van Huygens tot de

opsporende instrumenten te rekenen. De twee delen staan ondanks de onderlinge verwijzingen op zichzelf; het is wel mijn bedoeling dat ze samen het grote verhaal dat Cohen wil vertellen *juist mogelijk* maken.

Ik wil een algemene aarzeling over Cohens aanpak uiten. Hij hanteert wat ik geneigd ben een ‘continuïteitstheze’ te noemen; hij denkt dat Galileo en Newton ‘wel herkenbaar als vakgenoten’ voor ‘de hedendaagse natuurwetenschapper’ zijn (271) en hij ziet deze continuïteit, geloof ik, in de herkenbaarheid van hun ideeën. Ik geloof dat dit slechts in zeer beperkte mate het geval is, en grotendeels op mythe berust. In mijn ervaring is kennis van de moderne natuurkunde een enorme belemmering bij het lezen van Newton (en zijn tijdgenoten). Zelfs de grote Chandrasekhar gaat in zijn studie over de *Principia* vreselijk de mist in.³⁶ Bovendien is de sociale context enorm veranderd; de huidige wetenschappelijke praktijk is die van onderzoeksgroepen in laboratoria die naar industriële inzichten zijn ingericht. Hun herkomst en stabiliteit heeft veel meer te maken met het succes van de Duitse commerciële chemie en de relatief sterke eigendomsrechten in Europa en Noord Amerika dan met de zeventiende-eeuwse virtuozen. Er bestaat wel een verband tussen de natuurwetenschap van nu en die van toen, maar die is vooral in de stabiliteit van de bewijsvoering binnen een relatief continue meetpraktijk te vinden. Maar omdat Cohen weinig woorden aan de continuïteitstheze vuil maakt, laat ik het bij deze aarzeling.

Evenals Cohen zal ik enerzijds de wetenschappelijke verantwoording en verwijzingen naar de vakliteratuur tot een minimum beperken en anderzijds proberen om vooral duidelijke uitspraken te doen. Cohen kan wel tegen een stootje, en hij weet dondersgoed dat mijn kritiek een vorm van oprechte dankbaarheid is voor zijn aanmoedigingen eerder in mijn wetenschappelijke carrière. De lezer nu ook.

Athene en Alexandrië

Cohen weet dat hij het contrast tussen een ‘Atheense’ verklarende natuurfilosofie en een ‘Alexandrijnse’, op wiskunde gebaseerde abstractie te scherp stelt (zie met name 27-34). Maar we moeten dit soort distincties in eerste instantie afrekenen op hun verhelderende nut en dan pas op een historische werkelijkheid. Het is een nuttig onderscheid omdat we Galileo inderdaad kunnen zien als iemand die in een periode van scholastieke overheersing, steunend op de inzichten van Guidebaldo, Archimedes herontdekt en dan uitbreidt naar wat Cohen ‘Alexandrië plus’ noemt (110-130). We kunnen in de scholastieke tegenstanders van Galileo verklarende natuurfilosofen zien. Cohen vat dit mooi samen wanneer hij het over hen schrijft: ‘de grote steen des aanstoots blijkt steeds opnieuw te liggen in de zo verwarrende pretentie dat de gedane uitspraken wel degelijk over de realiteit gaan maar dan toch op die abstract-idealiserende manier’ (123).

Cohen grijpt mis door een discussie van de zeventiende eeuw terug naar de oudheid te projecteren. In de hiërarchische organisatiestructuur van onderzoek in de zestiende en zeventiende eeuw moesten de beoefenaars van de ‘gemengde wiskunde’ (astronomie, optica, muziektheorie, enz.) het maken van causale claims (dikwijls) laten aan de beoefenaren van de hogere wetenschappen, natuurfilosofie en theologie. Cohen denkt dat dit in de oudheid ook zo was: ‘[Alexandrijnse]...wiskundige natuurkennis wordt dus gekenmerkt door een hoge graad van abstractie. De band die in elk ervan werd onderhouden met de realiteit van

36 G.E. Smith, ‘Essay Review: Newton’s *Principia* for the Common Reader, by S. Chandrasekhar’, *Journal for the History of Astronomy* 27 (1996) 353-361.

de verschijnselen was maar heel dun'. (26) Hierdoor heeft hij geen oog voor meting in de 'Alexandrijnse' traditie. Ik bespreek twee belangrijke metingen in het officiële 'gulden tijdperk' van de traditie zoals Cohen die beschrijft: één door Eratosthenes (ca. 276-194 voor Christus) en eentje door Hipparchus (ca. 190-120 voor Christus).

Eratosthenes wordt door Cohen in het geheel niet genoemd. Hij was een van de eerste hoofdbibliothecarissen van het intellectuele centrum van de Hellenistische wereld: de beroemde bibliotheek van Alexandrië. Hij was in zijn tijd al een vermaard wiskundige en astronoom; hij ontdekte (onder meer) een naar hem vernoemde methode om priemgetallen te ontdekken. Zijn werk lijkt in alle opzichten exemplarisch voor het beeld van 'Alexandrië' dat Cohen schetst en ik geloof niet dat Cohen zou willen ontkennen dat Eratosthenes tot die traditie behoort. Maar Eratosthenes ging er volgens de bronnen zelf prat op dat hij in Athene gestudeerd had; dit zaait op z'n minst twijfel over het sterke onderscheid tussen Athene en Alexandrie dat Cohen schetst.

Veel belangrijker is dat de huidige roem van Eratosthenes ontleend wordt aan zijn 'meting' van de aardomtrek. Die meting vergelijkt de schaduw van de zon op twee plaatsen op de langste dag van het jaar (de dag waarop de zon op de Kreeftskeerkring staat); een plaats (Syene/Aswan) heeft op het middaguur geen schaduw en de andere (Alexandrië) heeft een nauwkeurig op te meten schaduw. Met de aanname dat de aarde een bol is, met een aanname dat de twee plaatsen ruwweg op dezelfde meridiaan zijn, wat wiskunde, en een schatting/meting van de afstand tussen de twee plaatsen heeft men een 'meting' van de aardomtrek. Dit is niet de plaats om alle mogelijke fouten in de 'meting' te analyseren. Het is een meting die niet alleen van belang bleek voor de astronomie, maar juist ook voor de landmeetkunde en geografie. Er bestaat geen twijfel dat Eratosthenes ook over deze onderwerpen boeken schreef, al was het alleen maar omdat de bekende geograaf Strabo er herhaaldelijk uit citeert om Eratosthenes te bekritisieren. Waar het mij hier om gaat, is dat Eratosthenes bekende parameters, schattingen, en metingen gebruikt om een wisselwerking tussen astronomische en geografische kennis te bereiken.

De kroon van de wiskundige kennis van de Alexandrijnen is geometrie en die is, zoals Newton al in het voorwoord van zijn *Principia* beweerde, gericht op landmeting – en daarmee verbonden met belangrijke politieke en sociale kwesties (denk maar aan eigendomsrechten en gronderfrecht). Ik ontken niet dat de Babylonische en Griekse astronomie ook andere praktische toepassingen – in de astrologie en kalendervorming – had. Waar het om draait is dat niettegenstaande Cohens bewering bij de 'Alexandrijnen' juist de relatie en wisselwerking tussen realiteit en model heel belangrijk is. We zien hetzelfde fenomeen bij Hipparchus.

Cohen noemt Hipparchus vier keer, waaronder drie keer als einde van het Griekse 'gulden tijdperk', maar beschrijft zijn resultaten niet. Dit is jammer, want hoewel we bijna niets over het leven van Hipparchus weten is hij een interessante en belangrijke figuur in de geschiedenis van de astronomie. Allereerst moet Hipparchus zelf een groot historicus (of wetenschappelijke antropoloog) zijn geweest, want hij is de eerste 'Griekse' astronoom over wie we met grote zekerheid weten dat hij Babylonische data en methodes heeft gebruikt.³⁷ Hipparchus is tegenwoordig vooral nog bekend als de persoon die voor het eerst doorhad dat de as van de aarde richting verandert (ook al zegt Ptolemaeus waarschijnlijk terecht dat het om een gissing gaat). Bovendien schreef hij een zeer kritische studie over de geografie van Eratosthenes, waar we veel van weten dankzij Strabo's *Geografie*. Eén citaat van Strabo hierover is bijzonder opvallend; ik citeer uit de Engelse vertaling van Boek I, Hoofdstuk 1:

³⁷ Alexander Jones, 'The Adaptation of Babylonian Methods in Greek Numerical Astronomy', *ISIS* 82 (1991) 440-453.

Hipparchus, in his *Strictures on Eratosthenes*, well observes, ‘that no one can become really proficient in geography, either as a private individual or as a professor, without an acquaintance with astronomy, and a knowledge of eclipses. For instance, no one could tell whether Alexandria in Egypt were north or south of Babylon, nor yet the intervening distance, without observing the latitudes. Again, the only means we possess of becoming acquainted with the longitudes of different places is afforded by the eclipses of the sun and moon’. Such are the very words of Hipparchus.³⁸

Er kan dus geen twijfel over bestaan dat Hipparchus ook in een belangrijke wisselwerking tussen astronomie en landmeetkunde en dus ook tussen model en realiteit gelooft. Bovendien is Hipparchus waarschijnlijk de allereerste met de gedachte dat de lengtegraadvinning op basis van astronomische klokken moet gebeuren!

Ik heb al opgemerkt dat Eratosthenes er prat op ging dat hij in Athene gestudeerd heeft. Nu is het onderscheid dat Cohen maakt tussen Athene en Alexandrië eerder conceptueel dan geografisch van aard. Er zou immers een Alexandrijnse school in Athene kunnen staan. Die was er ook: de Academie van Plato! Hoewel ik er geen diepgaand onderzoek naar heb verricht, meen ik dat de ‘Alexandrijnse’ school vanaf haar begin, namelijk in de breuk tussen Plato en de belangrijke ‘eerste’ Alexandrijn – de wiskundige astronoom Eudoxus, die als eerste een wiskundig model van sferen om de planeetbanen te analyseren opperde – diep in een onafhankelijk soort Platonisme is verankerd. (Ik beweer overigens niet dat elke ‘Academicus’ ook een ‘Alexandrijn’ is!) Er kan in ieder geval geen twijfel over bestaan dat Eratosthenes een Platonist is.³⁹ Er is te weinig bewijs om in deze kwestie iets zinvol over Hipparchus te zeggen.

Hier onstaat een ironische situatie. Hoe meer historisch onderzoek er naar Ptolemaeus wordt verricht, hoe meer men inziet dat hij in veel opzichten een historische breuk (in methodes van onderzoek en presentatie) met de rijke, wiskundig-empirische astronomische traditie(s) van Eratosthenes en Hipparchus personificeert.⁴⁰ De samenvatting die Cohen over ‘Alexandrië’ (hierboven geciteerd) geeft, doet geen recht aan de onderzoekspraktijk van ‘Alexandrië’ in het ‘gulden tijdperk’ en doet misschien een zeker recht aan de ‘grote laatbloeier’ Ptolemaeus, die veel van Aristoteles in zich heeft. Maar juist Galileo⁴¹ en Kepler (ofwel ‘Alexandrië-plus’) zijn erfgenamen van een meer Platoniserende, natuurfilosofische traditie. Ik zie geen enkele reden voor Cohen om dit niet te accepteren. Bovendien is het dan veel gemakkelijker om zijn hoofdclaim, dat wil zeggen de wetenschappelijke revolutie als *filosofisch* project – dat de herschepping van de wereld propageert, te accepteren. (We zouden dan ook minder blind worden voor de Platoonse elementen in Bacon, die duidelijk veel minder affiniteit met Alexandrië heeft, en Newton.)

38 Zie: <http://www.perseus.tufts.edu>.

39 Friedrich Solmsen, ‘Eratosthenes as Platonist and Poet’, *Transactions and Proceedings of the American Philological Association* 73 (1942) 192-213.

40 Naast het artikel van Jones, ‘Adaptation of Babylonian Methods’ (n. 37), zie ook Hugh Thurston, ‘Greek Mathematical Astronomy Reconsidered’, *ISIS* 93 (2002) 58-69 en Noel Swerdlow, ‘Hipparchus’s determination of the length of the tropical year and the rate of precession’, *Archive for history of exact sciences* 21 (1980) 291-309.

41 Dit is een verwijzing naar de controversiële claim van Alexandre Koyre, ‘Galileo and Plato’, *Journal of the History of Ideas* 4 (1943) 400-428.

*Over meten met de slinger*⁴²

In grote lijnen onderschrijf ik het beeld dat Cohen van de wetenschappelijke praktijk van de zeventiende eeuw geeft. Toch wil ik wat accenten anders zetten, zodat zijn belangrijke claim (die ik hieronder citeer) niet uit de lucht komt vallen. Cohen beweert:

Zonder iets van een theoretische leidraad kom je niet verder; juist de theorie kan je van het ene experiment op het volgende brengen, zodat een progressieve reeks ontstaat. Bij de besten valt een drieslag te ontwaren. Theorievorming werd ontleend aan een achterliggend wereldbeeld, waarna een wisselwerking op gang kon komen tussen ordelijk voortgezette experimenten en een gaandeweg verfijnde of juist bijgestelde theorie (220).

In het verhaal dat aan dit citaat voorafgaat, miskent Cohen belangrijke details in de bijdrage van Galileo en Huygens aan de ontwikkeling van deze ‘wisselwerking’ en daardoor ook haar aard. Dit kan ik het best duidelijk maken over wat voor de erfgenamen van Galileo *de* onderzoeksvraag is. Die is niet, zoals Cohen beweert ‘hoe komt het dat de val zich eenparig versneld?’ (124) maar, om Christiaan Huygens te citeren: ‘hoe ver komt een vallende kogel in een halve of hele seconde?’⁴³ Huygens is het hierin eens met zijn belangrijke voorgangers, Mersenne en Riccioli. Ik noem deze twee niet om het belang van Huygens’ exacte en belangrijke metingen teniet te doen (integendeel), maar omdat dit ook duidelijk maakt dat het achterliggende wereldbeeld veel minder belangrijk is dan het – veel nauwere – theoretische kader over beweging dat van Galileo geërfd is. Immers, hoewel Mersenne een verdediger van Descartes van het eerste uur genoemd mag worden, is dit zeker bij de jezuïet, Riccioli, niet het geval; die is bovendien de laatste, belangrijke aanhanger van Tycho Brahe (ofschoon niet uit te sluiten valt dat hij een heimelijke Copernicaan was). Waar het mij hier om draait is dat er na Galileo een relatief *autonome meetpraktijk* ontstond die wel theoretisch ingebed was, maar ook van wereldbeelden losgekoppeld kon worden.

Uit wat Cohen schrijft vermoed ik twee redenen waarom hij blind voor deze meetpraktijk lijkt: allereerst verraadt zijn vraag, ‘hoe komt het...’, een hang naar *verklarende* wereldbeelden. Hierin wordt Cohen misleidt door wat ik voor het gemak de ‘theologisch-metafysische erfenis’ noem, die nog altijd de wetenschapsfilosofie en wetenschapsgeschiedenis beheersen. Maar juist de ‘abstract-idealiserende’ theorieën van Galileo zijn zonder aan realiteitszin te verliezen niet op hun sterkst als verklaringen (zonder hier verder op in te gaan: daarom ook kan Galileo de Copernicaanse controverse niet zo eenvoudig beslechten). Cohen weet beter – ‘dat wetenschappelijke wereldbeeld, dat bestaat niet’ (275) – maar zoals ze in het Engels zeggen, *Old habits die hard*.

Een tweede reden is dat Cohen blijkbaar het belang van de slinger als experimenteel en opsporend instrument onderschat. Hij schrijft:

42 Mijn opmerkingen in dit deel zijn voor een groot deel ontleend aan Joella Yoder *Unrolling Time: Christiaan Huygens and the Mathematization of Nature* (Cambridge 1988) en Eric Schliesser & George E Smith, ‘Huygens’s 1688 Report to the Directors of the Dutch East India Company on the Measurement of Longitude at Sea and the Argument it Provided Against Universal Gravity’, *Archive for History of Exact Science*, (forthcoming). Bovendien heb ik veel opgestoken van het onderzoek naar Galileo van de jonge Vlaamse geleerde, Maarten Van Dyck.

43 Huygens, 21 oktober 1659, in *Oeuvres complètes de Christiaan Huygens publiées par la Société Hollandaise des Sciences*, vol. 17 (La Haye 1932) 278. (Digitaal te benaderen via <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k778667/f284.item>. Zie ook: www.xs4all.nl/~adcs/Huygens/17/tekenaar.html en).

Vanaf ca. 1660 [werd] het gebruik [van het experiment] enorm in de hand [gewerkt ...]. Het onderzoek raakte als vanzelf gegroepeerd rond een viertal nieuwe instrumenten en rond de vier of vijf onderwerpen die de pioniers, Gilbert, Harvey, en Van Helmont, als eersten met stelselmatige experimenten waren gaan ontsluiten. Die onderwerpen waren magnetisme, elektriciteit, lichamelijke & geestelijke gezondheid, chemie & alchemie. Die nieuwe instrumenten waren het muziekinstrument, de telescoop, de microscoop, en de luchtpomp (211-212).

Cohen staat niet alleen in zijn verloochening van de slinger. Door zich op de luchtpomp te richten kunnen Shapin, Schaffer en hun volgelingen de wetenschappelijke revolutie volkomen over het hoofd zien!

Immers, om een exact, accuraat, en robuust antwoord te vinden op de vraag hoe ver een vallende kogel in een halve of hele seconde komt, gebruikte Huygens de wiskundige theorie van de slinger zoals hij die van Galileo had geërfd en die hij had uitgebreid met metingen met verschillende soorten slingers. Het mooie van een slinger is dat de tijdwaarneming in de experimentele apparatuur is ingebouwd. Door die meting kunnen belangrijke vervolgvragen gesteld worden: ‘is deze afstand hetzelfde op andere plaatsen? Zo ja, kan een slinger als universele tijdwaarnemer dienen? Kan de slinger op zee een lengtegraad vinden?’ Dit zijn vragen die door middel van meting voorlopige doch relatief stabiele, exacte antwoorden kunnen krijgen; voor zover ik weet is nog niemand erin geslaagd om Cohens vraag ‘hoe komt het dat de val zich eenparig versneld’ te beantwoorden. (Bovendien: uiteindelijk is het de vertraging bij de evenaar van een slingerklok naar Huygens die het empirisch bewijs levert voor de dagelijkse aswenteling van de aarde). Het aardige is nu dat Huygens zich een waardig erfgenaam van Hipparchus toont. Op basis van een suggestie van Galileo in de *Sterrenbode* over de vier Galileïsche manen van Jupiter (ofwel de Médiçi-sterren) ontwikkelt hij een betrouwbare methode om met behulp van zijn slingerklokken en de tabellen van Cassini betrouwbare lengtegraden op het land te bepalen; bovendien komt hij er bijzonder dicht bij in de buurt om dit ook op zee te doen. Ik krijg de indruk dat Cohen Huygens vooral als briljante wiskundige ziet, maar Huygens als natuurfilosoof een beetje onderschat. (Het is wel zo dat Huygens zijn jeugdige Platonisme afzwoer.)

Die autonome meetpraktijk krijgt haar pre-Newtoniaanse theoretische hoogtepunt in het feit dat ondanks hun filosofische verschillen Huygens, Wallis en Wren in de jaren 1668-1669 de (correcte) identieke oplossing voor de botsingregels kunnen geven. Het is niet voor niets dat Newton hen hierin prijst in de ‘scholium’ bij zijn drie bewegingswetten! En juist daar verwijst Newton ook naar het theoretisch en experimenteel belang van de slinger, die in Huygens’ *Horologium Oscillatorium* (1672) zijn mooiste theoretische uiteenzetting krijgt. Het belangrijkste instrument om de botsingswetten experimenteel te onderzoeken is opnieuw de slinger. Ik noem deze autonome meetpraktijk ‘Newton’s Challenge’ omdat het in de achttiende eeuw, na het overrompelende succes van *Principia*, als een bedreiging voor de intellectuele autonomie en autoriteit van filosofie wordt gezien. Wel is het zo dat die autonome meetpraktijk steeds teruggekoppeld kan worden naar een wereldbeeld (zo kan ‘Newton’s Challenge’ tot stand komen). De kinderen van de revolutie lijken hun filosofische moeder te verslinden. Met die nasleep leef ik, als filosoof, nog altijd.

(5) Het einde van alle wereldbeelden? Moderne natuurwetenschap en religie

MARCEL SAROT

Departement Godgeleerdheid Universiteit Utrecht

Inleiding

Het boek dat in deze bijdrage in debat wordt gebracht won onlangs de Eureka!-prijs van NWO voor het beste populariserende boek. Deze bekroning acht ik volkomen terecht. Dit boek is niet alleen zo geschreven dat men geen vakgenoot van Cohen hoeft te zijn om het met genoegen en vrucht te lezen, maar in tegenstelling tot veel ander populariserend werk is het ook een zelfstandige bijdrage aan een wetenschappelijke discussie, namelijk die over het ontstaan van de moderne natuurwetenschap. Dat is niet zo vreemd, want het boek dat voor ons ligt, is een popularisering van een binnenkort te verschijnen groter werk, en pas in dat grotere werk komt de volledige wetenschappelijke verantwoording. Cohen doet al tientallen jaren historisch onderzoek naar het ontstaan van de wetenschappelijke revolutie, en in dit boek leidt hij uit de gegevens, die hij inmiddels kent als geen ander, een aantal inzichten af over het ontstaan van de moderne natuurwetenschap, en maakt die plausibel voor de lezer. Het is een opmerkelijke prestatie dat hij er in slaagt zijn inzichten in deze uitermate complexe materie ook voor relatieve buitenstaanders toegankelijk te maken. Dit toont zijn meesterschap. Het populariserende karakter van zijn boek heeft echter wel tot gevolg, dat Cohen niet altijd een volledige verantwoording kan geven van de stellingen die hij betreft. Toch verdient dit prikkelende boek nu al een reactie, en daarom ben ik graag op de uitnodiging van de redactie van dit tijdschrift ingegaan, en heb mijn kritiek op schrift gesteld.

Wie reageert op een werk van grote kwaliteit op een ander vakgebied, doet er verstandig aan, dicht bij zijn eigen expertise te blijven. Daarom zal het niemand verbazen dat ik, als theoloog met een specialisatie in de wijsbegeerte van de godsdienst en van de theologie, bij het lezen van dit boek heb gefocust op de wijze waarop religie figureert in Cohens verklaring van het ontstaan van de natuurwetenschap.

Vanuit deze invalshoek bezien vertoont het boek van Cohen wel enige schoonheidsfoutjes. Ik noem enkele voorbeelden. Hij noemt Voetius en zijn collega's binnen de Nadere Reformatie een soort ayatollahs, die 'alle andere religieuze denominaties in de ban' wilden doen (166). De aanduiding is anachronistisch, insinuerend en beledigend, en de ermee gepaard gaande beschrijving onjuist. Het is correct dat Voetius in polemieken met Cartesianen en libertijnen betrokken was, en in die polemieken geen blad voor de mond nam. Het is zeker ook waar dat Voetius niet veel ophad met Rooms-Katholieken, de groepering waartoe ik zelf behoor. Juist daarom komt het wellicht uit onverdachte hoek wanneer ik insister dat dit nog niet betekent dat Voetius een soort ayatollah was. Tegenover zijn onverdraagzaamheid naar Cartesianen en Rooms-katholieken toe staat verdraagzaamheid ten opzichte van Lutheranen, met wie hij vergaande eenheid nastreefde (om ook een anachronisme te gebruiken: een soort 'omgangsoecumene' *avant la lettre*).⁴⁴ Daarnaast staat Voetius ook relatief positief tegenover de Islam. Met moslims ervoer Voetius – mede op grond van een bepaalde vorm van natuurlijke theologie – een zekere verwantschap. Zoals zovelen van ons zette Voetius

⁴⁴ Zie bijvoorbeeld W.J. van Asselt, *Voetius* (Kampen 2007) 32-33; F.G.M. Broeyer, 'De Utrechtse consensus tussen gereformeerden en lutheranen van 1665', *Theologia Reformata* 48 (2005) 177-194.

zich meer af tegen degenen die relatief dicht bij hem stonden, zoals de Rooms-katholieken, dan tegen diegenen die wat verder van hem af stonden: de moslims. Voor hem was het: Liever Turks dan Paaps!⁴⁵ Men kan het daarmee oneens zijn – en het hoeft geen betoog dat ik het ermee oneens ben – maar het gaat niet aan om deze eerste rector van de Universiteit Utrecht, die zowel uit was op oecumene als op interreligieuze dialoog, weg te zetten als een ayatollah (166).

Een tweede voorbeeld betreft opnieuw niet slechts om een questieuze evaluatie, maar een feitelijk onjuiste weergave. In een bespreking van de banden tussen Aristotelisme en middeleeuws christendom claimt Cohen, dat de Rooms-Katholieke leer van de transsubstantiatie door en door aristotelisch was. Hij zegt dat die leer inhoudt: ‘de substantie zelf verandert, niet alleen de bijkomende eigenschappen’ (168). Het gaat hier om de vraag, hoe brood en wijn bij de consecratie daadwerkelijk in lichaam en bloed van Christus kunnen veranderen. Er vindt immers geen enkele waarneembare verandering in brood en wijn plaats! Zij smaken na de consecratie nog hetzelfde, ruiken hetzelfde, zien er hetzelfde uit, voelen hetzelfde. Wat Cohen zegt, is dus onjuist: kern van de transsubstantiatie is niet, dat naast de bijkomende eigenschappen ook de substantie zelf verandert, maar dat *zonder* dat de bijkomende eigenschappen veranderen, de substantie verandert.⁴⁶ Dit voorbeeld maakt gelijk ook duidelijk dat wat Cohen zegt over de nauwe band tussen christendom en Aristotelisme nuancerend heeft: binnen het systeem van Aristoteles is transsubstantiatie (verandering van de substantie zonder dat de accidenten veranderen) niet alleen onmogelijk, maar zelfs ondenkbaar.⁴⁷ Hier worden dus wel Aristotelische begrippen gebruikt, maar op een manier die vreemd is aan Aristoteles. Thomas van Aquino introduceert Aristoteles inderdaad in de theologie, maar het is onjuist om dit voor te stellen als een kritiekloze integrale overname: het is een kritische receptie waarbij het systeem van Aristoteles op belangrijke onderdelen wordt bijgewerkt en aangepast aan de inhoud die Thomas wil overbrengen.

Het is belangrijk, in dit verband ook op te merken dat de functie die Cohen aan de transsubstantiatieleer toeschrijft een andere is dan die, welke deze in werkelijkheid had. Cohen ziet deze als een ‘bewijs’ voor de openbaring. Wie even nadenkt, ziet dat hier van een bewijs geen sprake is. De transsubstantiatieleer toont niet aan dat brood en wijn in lichaam en bloed van Christus veranderen, maar legt aan gelovigen uit, hoe men een dergelijke verandering, gegeven het feit dat brood en wijn voor onze zintuigen exact hetzelfde blijven, zou kunnen begrijpen. De transsubstantiatieleer maakt een openbaringswaarheid begrijpelijk zonder deze te bewijzen. De gedachten dat je ‘Zonder bewijsgronden die met het intellect zijn te vatten ... de meeste geletterden niet mee [kreeg]’ (168) is opnieuw een anachronisme, die aan middeleeuwse theologen de kentheorie toeschrijft die vanaf Descartes ingang zal vinden, en die tegenwoordig wel *foundationalism* (‘funderingsdenken’) wordt genoemd.

Religie en de opkomst van de moderne natuurwetenschap

De onzorgvuldige wijze waarop Cohen in het algemeen religie bespreekt, zet zich door wanneer hij te spreken komt over de invloed van religie op het ontstaan van de moderne

45 J. van Amersfoort & W.J. van Asselt (red.), *Liever Turks dan Paaps? De visies van Johannes Coccejus, Gisbertus Voetius en Adrianus Relandus op de islam* (Zoetermeer 1997); Van Asselt, *Voetius* (n. 44) 95–102, 145–154.

46 Zie uit een veelheid van literatuur: Hans Jorissen, *Die Entfaltung der Transsubstantiationslehre bis zum Beginn der Hochscholastik* (Munster 1965); Paul J. J. M. Bakker, *La raison et le miracle: Les doctrines eucharistiques (c. 1250-c. 1400): Contribution a l'etude des rapports entre philosophie et theologie* (diss. Nijmegen 1999); Edward Schillebeeckx, *The Eucharist* (New York 1968).

47 Vgl. Cohen, *Herschepping* (n. 1) 33.

natuurwetenschap. Cohen (148-149) volgt op dit punt Max Weber, die poneerde dat religies die een vorm van *innerweltliche Askese* – zeg maar, een calvinistische arbeidsmoraal gecombineerd met soberheid en spaarzaamheid – stimuleren, economische welvaart bevorderen. Het protestantisme verklaart dan het ontstaan van het kapitalisme. Bij Cohen wordt deze meer dan een eeuw oude verklaring nu ook uitgebreid tot het ontstaan van de natuurwetenschap. Waar het gaat om het ontstaan van de natuurwetenschap is dit een these die niet te verifiëren of te falsifiëren valt, omdat de moderne natuurwetenschap slechts één keer ontstaan is, en men dit ontstaan niet in een laboratoriumsituatie proefondervindelijk kan onderzoeken. Waar het gaat om Webers oorspronkelijke these, die van het verband tussen welvaart en kapitalisme enerzijds en *innerweltliche Askese* anderzijds, ligt dat anders. Keerzijde van de Webers these is, dat het niet tot welvaart komen van bepaalde Aziatische landen wordt verklaard vanuit de religies aldaar. Een van de problemen met deze verklaringwijze is, dat een land als Japan tot economische bloei en zelfs tot een vorm van kapitalisme is geraakt, zonder dat hier een religieuze omslag aan voorafging. Op grond van dit soort vergelijkende overwegingen is Webers these nogal omstreden – en dan druk ik mij nog zwak uit.⁴⁸ Vermoedelijk hangt de levensinstelling die wij ‘calvinistisch’ noemen, met veel meer factoren samen dan religie alleen. Dat kan men zelfs al zien aan het vaak opgemerkte feit dat de Nederlandse rooms-katholieken boven de grote rivieren zo ‘calvinistisch’ zijn. De bezwaren tegen Webers these, die goeddeels afkomstig zijn uit de vergelijkende geschiedwetenschap, laat Cohen onvermeld. Mij dunkt echter dat het feit dat Webers these in zijn oorspronkelijke context geen stand heeft gehouden, de perspectieven voor een toepassing op het ontstaan van de moderne natuurwetenschap somber maken.

Dat wil niet zeggen, dat ik van mening ben dat religie en het ontstaan van de moderne natuurwetenschap niets met elkaar te maken hebben. In navolging van Cohens leermeester Reijer Hooykaas heb ik in mijn boek *De goddeloosheid van de wetenschap*⁴⁹ betoogd dat dit wel degelijk het geval is. Het is niet toevallig dat de moderne natuurwetenschap juist in het christelijk westen is ontstaan. Immers, het Christendom geeft reden om aan te nemen: (1) dat de werkelijkheid onderzocht *mag* worden, (2) dat de werkelijkheid zinvol onderzocht *kan* worden, (3) dat het *goed* is de werkelijkheid te onderzoeken.

Deze drie punten zal ik nu kort toelichten, te beginnen bij het *eerste*. In vergelijking met de opvattingen die wij in de antieke Griekse filosofie⁵⁰ en elders in de *Umwelt* van de Bijbel aantreffen, vindt in de Bijbel een ontgoddelijking van de schepping plaats: de aarde is door God geschapen, maar is zelf niet Goddelijk. Dit kan de mens de vrijmoedigheid geven, de schepping tot voorwerp van onderzoek te maken. Er rust geen taboe op onderzoek van de schepping: wie de schepping onderzoekt, steekt zijn neus niet in Goddelijke zaken, die hem niets aangaan. De werkelijkheid *mag* onderzocht worden. Zoals Hooykaas, de expert bij uitstek op dit terrein, het ooit verwoordde:

48 Winston Davis, ‘Wealth’, in: Lindsay Jones (ed.), *Encyclopedia of Religion*, 14 (New York 2005) 9707-9710.

49 Marcel Sarot, *De goddeloosheid van de wetenschap* (Zoetermeer 2005) 118-120.

50 Over de goddelijkheid van de natuur in de Griekse filosofie, zie R. Hooykaas, *Religion and the Rise of Modern Science* (Edinburgh & Londen 1972) 1-7. Over de Bijbelse visie, zie Stefan Paas, ‘Het begin van de bijbel over het begin van de wereld’, in: Cees Dekker, Ronald Meester & René van Woudenberg (red.), *En God beschikte een worm. Over schepping en evolutie* (Kampen 2006) 15-30.

De meeste wetenschappers van de negentiende en twintigste eeuw ... zouden zich er wel eens niet bewust van kunnen zijn dat de metafysische funderingen van hun discipline, ondanks alle secularisatie, grotendeels van het bijbelse begrip van God *en de schepping* stammen.⁵¹

Ten *tweede*: in Genesis lezen wij hoe de werkelijkheid niet dankzij toevallige en chaotische processen tot stand is gekomen, maar dankzij het scheppend werk van een intelligentie die ons te boven gaat. Dat suggereert dat het mogelijk is, om iets van de schepping te *begrijpen*.⁵² Dit betekent dat de werkelijkheid zinvol onderzocht *kan* worden.

Ten *derde*: christenen leren uit de Bijbel dat de schepping van God is en dat de schepping goed is. Daarmee is het ook goed de natuur te bestuderen. De wereld wordt zelfs gezien als een tweede openbaring van God: het boek der natuur naast de Bijbel. Lezen in het boek der natuur kan dus gelden als een bestudering van Gods openbaring. Hiervan gaat een impuls uit om zo veel mogelijk feiten te verzamelen.⁵³ Immers, wie Gods openbaring bestudeert dient niet zelf te bedenken wat daarin zou moeten staan, maar dient respectvol te onderzoeken wat God ons daarin laat weten.⁵⁴ De negentiende-eeuwse agnost T.H. Huxley verwoordt dit als volgt:

De wetenschap lijkt mij op de hoogste en sterkste wijze de grote waarheid te onderwijzen die is belichaamd in de christelijke voorstelling van volledige onderwerping aan de wil van God: buig u als een klein kind voor een feit neer, wees bereid elke vooronderstelling op te geven, en volg de natuur naar welke afgronden ze u ook leidt, of u zult niets leren.⁵⁵

Deze houding is in tegenstelling tot de Aristotelische wijze van wetenschap bedrijven, waar de rede het primaat heeft boven de empirie. De overgang van middeleeuwse naar moderne wetenschap is dan ook wel kort samengevat in de slogan: 'Aristoteles eruit, de Bijbel erin!'⁵⁶ Johannes Kepler, die een belangrijke rol speelde bij de overgang naar de moderne natuurwetenschap, liet geen twijfel bestaan over zijn evangelische inspiratie: 'de kennis, bewondering en aanbidding van de zeer wijze Maker'.⁵⁷ Veel natuurwetenschappelijk onderzoek is van oudsher dan ook juist door monniken en geestelijken gedaan. Het christendom geeft dus ook reden om aan te nemen dat het *goed* is de werkelijkheid te onderzoeken.

De vraag die men hierbij uiteraard kan stellen, is: het christendom was al meer dan een millennium de dominante godsdienst in Europa voor daar de moderne natuurwetenschap ontstond. Kan het christendom dan wel bijdragen aan de verklaring van het specifieke moment van ontstaan? Voor mij is het zonneklaar dat het christendom niet het hele gewicht van die verklaring kan dragen. Het geven van een omvattende verklaring van een dergelijk

51 Hooykaas, *Religion* (n. 50) 26 (mijn cursivering, mijn vertaling – MS). Vgl. Piet Wesseling, 'Naturalisme en theïsme', in: Dekker, *En God beschikte een worm* (n. 50) 335-352, 338 en Schubert Ogden, *The Reality of God and Other Essays* (San Francisco 1977) 69.

52 Alfred North Whitehead, *Science and the Modern World* (1925; New York 19588) 4-14.

53 Zo ook C.A. Coulson, *Science and Christian Belief* (Londen 19552) 10-12; Hooykaas (n. 50) 106 (over de invloed van de Reformatie op de wetenschap); Ogden, *Reality of God* (n. 51) 69.

54 Hooykaas, *Religion* (n. 50) 44-48, laat zien dat zowel Blaise Pascal als Robert Boyle dit argument gebruiken.

55 T.H. Huxley to Ch. Kingsley, 23 september 1860, zonder bronvermelding geciteerd bij Hooykaas, *Religion* (n. 50) 51-52 (mijn vertaling).

56 Benjamin Farrington, 'Out with Aristotle and in with the Bible', in: B. Farrington, *The Philosophy of Francis Bacon* (Chicago 1966) 21-26.

57 Citaat zonder bronvermelding bij Reijer Hooykaas, *Geschiedenis der natuurwetenschappen: Van Babel tot Bohr* (Utrecht 1971) 118. (R. Hooykaas, *Fact, Faith and Fiction in the Development of Science: The Gifford Lectures Given in the University of St Andrews 1976* [Dordrecht 1999], 378 n.56 verwijst voor [het vervolg van] dit citaat naar Kepler, *Harmonice Mundi, Lici Austrii* (1619), in: *Werke VI*).

complex fenomeen blijft lastig; niet voor niets is Cohens verklaring een toevoeging aan een lange reeks eerdere verklaringen. Mijns inziens moet de verklaring van het exacte moment van de wetenschappelijke revolutie mede gezocht worden in een omslag in ons denken over kennis die gemarkeerd wordt door Descartes. Ik noem drie samenhangende punten. (1) In de middeleeuwen kon men zich voor kennis ongegeneerd beroepen op autoriteiten: personen of teksten die door iedereen betrouwbaar werden geacht. Aristoteles was een van die autoriteiten, maar deels werden ze ook vanuit de eigen religieuze traditie werden aangereikt, zoals in het geval van de Bijbel en Augustinus. Zij werden verzameld in bloemlezingen, de zogenaamde *florilegia*, en systematisch geordend in verzamelingen, *sententiae*, zoals die van Petrus Lombardus. Vanaf de twaalfde eeuw werd het steeds duidelijker dat *auctoritates*, zoals de Duitsers dat zo mooi kunnen zeggen, *interpretationsbedürftig* zijn. Ze moeten uitgelegd, en de technieken die daarvoor gebruikt werden waren die van *quaestio en expositio*.⁵⁸ Zoals zelfs een oppervlakkige lezing van Thomas van Aquino's *Summa Theologiae* laat zien, kunnen autoriteiten van mening verschillen en elkaar tegenspreken, en kunnen geleerden ze vergelijken en onderzoeken welke autoriteit op een bepaald onderdeel de sterkste argumenten heeft. Ook kan men autoriteiten creatief interpreteren zonder zich daarbij te beperken tot de auteursintentie. Dit alles zonder de *autoriteit* van autoriteiten te ondermijnen.⁵⁹ Toch heeft deze feilbaarheid van de traditionele autoriteiten op termijn geleid tot een omslag in het Westerse denken. Deze omslag hing al enkele decennia in de lucht, toen René Descartes (1596-1650) hem filosofisch articuleerde. In zijn *Discours de la Méthode* gebruikt hij het beeld van een gebouw met fundamente: de fundamente moeten betrouwbaar zijn. Daarom gaat hij op zoek naar de onfeilbare fundamente van ons kengebouw.⁶⁰ Al was Descartes niet de eerste die twijfels uitte bij de traditionele autoriteiten en werd het alternatief dat hij ontwierp nooit algemeen geaccepteerd, toch is de omslag van een denken over kennis gebaseerd op traditionele autoriteiten naar een denken over kennis gebaseerd op onfeilbare fundamente voor altijd verbonden met de naam van Descartes. Deze wordt gezien als de 'father of foundationalism', de 'vader van het funderingsdenken'.

(2) Of men nu kijkt naar de Bijbel, naar Aristoteles of naar Augustinus, alle bevatten zij fouten. In het geval van de Bijbel is er voor de tijdgenoten van Descartes echter een extra reden waarom hij niet als een onfeilbaar fundament kan fungeren. Zij zijn er van overtuigd dat de bijbelse boodschap verpakt is in woorden en begrippen die zijn toegesneden op de mensen aan wie God zich openbaart. Deze overtuiging hebben zij gearticuleerd in de zogenaamde accommodatieleer. Als mensen geloven dat de zon om de aarde draait, dan zal God de boodschap die God te vertellen heeft zó in de Bijbel verpakken dat mensen die dat geloven, die boodschap optimaal oppikken. Dit betekent dat de Bijbel soms uitgaat van onware veronderstellingen, om zo de boodschap beter over te kunnen brengen. De Bijbel is dus, hoewel door God geïnspireerd, niet absoluut betrouwbaar. Dit is een oude, op Philo van Alexandrië teruggaande, verklaring van ogenschijnlijke 'fouten' in de Schrift, die in de zestiende eeuw duidelijk aan gewicht wint. Hier speelt de Reformatie wél een rol:⁶¹ Johannes Calvijn legde

58 Jaime García Álvarez, 'Auctoritates', in: André Vauchez & Adrian Walford (eds.), *Encyclopedia of the Middle Ages* (Chicago 2000) 130; M.-D. Chenu, *Introduction à l'Étude de Saint Thomas d'Aquin* (Parijs 1954) 106-125.

59 Cf. Peter Abelard [= Petrus Abaelardus (1079-1142)], *Sic et non* (Marburg 1851); Chenu, *Introduction* (n. 58) 122-125; Fainche Ryan, 'Auctoritas in the Theology of St Thomas Aquinas', *New Blackfriars* 88 (2007) 443-456.

60 Vgl. René Descartes, *Discours de la Méthode* (1637; Parijs 1951) 2me partie, 35.

61 Over de rol van de Reformatie is het laatste woord nog niet gesproken. In dit verband ben ik zeer benieuwd naar de empirische onderbouwing van Cohens bewering 'dat het overgrote deel van de geleerden die in hun natuuronderzoek vooral empirisch en praktisch te werk gingen, óf nauw verbonden waren met de Ontdekkingsreizen óf een vorm van Protestantisme aanhingen' (149). Deze onderbouwing ontbreekt nu volledig.

zo veel nadruk op de verhevenheid van God, dat God in Zijn soevereiniteit alle begrip te boven gaat. Daarom moet Calvijn extra moeite doen om uit te leggen hoe God zich dan toch kon openbaren: door zich aan te passen aan het niveau van mensen. Zo kreeg bij hem de accommodatieleer een veel centraler plaats dan traditioneel in het christendom, met als gevolg dat de accommodatieleer tot op dag van vandaag met zijn naam verbonden is.⁶²

(3) Beide zojuist genoemde factoren leiden tot een grotere nadruk op het belang van empirische kennis. Wat de accommodatieleer betreft, is dit mooi te zien in een brief van Galileo waarnaar ook Cohen verwijst (159, 274). Hij maakt daar uit de accommodatieleer⁶³ de gevolgtrekking dat wij voor zekere kennis terecht moeten bij de natuur, omdat de natuur zich gewoon aan haar eigen wetten houdt en zich niet aanpast aan het begrip van mensen.⁶⁴

Door deze drie samenhangende factoren krijgt in de vroegmoderne tijd natuurwetenschappelijk onderzoek een religieuze relevantie die het eerder niet had, hoe belangrijk het ook was. Zou men mij vragen waar die omslag in het denken over kennis, juist in deze periode, vandaan kwam, dan zou ik kunnen wijzen op het voorwerk dat gedaan was door het humanisme, dat overigens ook het protestantisme diepgaand beïnvloedde. En ook dat humanisme kwam natuurlijk weer niet uit de lucht vallen. Ik begrijp uiteraard heel goed de neiging van historici om ook van complexe historische fenomenen de oorzaak aan te willen wijzen. Maar wij moeten ons goed realiseren, dat zelfs in ogenschijnlijk eenvoudige gevallen, het begrip oorzaak een pragmatische reductie van de werkelijkheid is. Hoe komt het dat een uur geleden het licht aanging in mijn kamer? Doordat ik de schakelaar omzette? Maar nu kunnen wij doorvragen: hoe komt het dat wanneer ik de schakelaar omzet, licht aangaat. En als wij zo even doorvragen, komen wij tot een veel omvattender verklaring, waarin ook elektriciteitscentrales en de PUEM figuren, en waarin zelfs Thomas Alva Edison een rol speelt. Uiteindelijk moeten héél veel factoren genoemd worden, willen wij een volledige verklaring geven van zo iets simpels als het feit dat vanochtend vroeg het licht aanging. Wanneer wij dé verklaring van een dergelijk feit geven, isoleren wij meestal op pragmatische gronden de meest saillante component van het causale complex dat deze gebeurtenis verklaart.⁶⁵

Over de rol van religie in de opkomst van de moderne natuurwetenschap zou ik concluderend willen zeggen, dat deze slechts één factor is geweest te midden van vele, en dat de groeiende populariteit van de accommodatieleer en het afnemende belang van het beroep op autoriteiten mijns inziens belangrijker factoren zijn dan een met de opkomst van de Reformatie samengaan de groeiende populariteit van de *innerweltliche Askese*.

Het einde van alle wereldbeelden?

Als populariserende historische studie van de wetenschappelijke revolutie is het boek van Cohen een rijke bron van inzichten, waaruit veel meer te leren valt dan uit deze bijdrage duidelijk wordt. Ik trek de realiteit hier scheef door mij te concentreren op die passages van het boek die om tegenspraak vanuit mijn vakgebied vragen. Dat geldt wellicht het sterkst voor het laatste hoofdstuk, waarin Cohen een 'recapitulatie en vooruitblik' geeft, waarin hij de

62 Zie over Calvijns accommodatieleer Jon Balsarak, *Divinity Compromised: A Study of Divine Accommodation in the Thought of John Calvin* (Dordrecht 2006) en voor een meer algemene geschiedenis van de accommodatieleer Stephen D. Benin, *The Footprints of God: Divine Accommodation in Jewish and Christian Thought* (New York 1993).

63 Vermoedelijk kende Galilei, die geen calvinist was, de accommodatieleer niet uit eigen lezing van Calvijn, maar via protestantse collega-astronomen, die in dezen Calvijn volgden.

64 Galileo Galilei, 'Letter to the Grand Duchess Christina' [1615], translated by Stillman Drake, in: Richard H. Popkin (ed.), *The Philosophy of the 16th and 17th Centuries* (New York 1966) 61–63.

65 Zie bijvoorbeeld J.R. Lucas, *Freedom and Grace* (Londen 1976) 1–15.

voorzichtigheid die hem als historicus kenmerkt, laat varen. Hij geeft daar onder meer een systematische duiding van de verhouding tussen wetenschap en religie, waarbij hij inzet door twee gangbare modellen af te wijzen. Het eerste afgewezen model is het conflictmodel, waarin er een onvermijdelijk conflict is tussen wetenschap en religie, dat bij voorkeur wordt geduid in termen van de metafoor 'oorlog'. Het tweede model is het harmoniemodel of tweewerelden-model: wetenschap en religie hebben elk hun eigen domein, dat van verklaring en beheersing voor de wetenschap en dat van zingeving voor de religie. Stephen J. Gould heeft hiervoor de aansprekende term *NOMA* gemunt: 'Non-Overlapping Magisteria'.⁶⁶ De derde positie omschrijft Cohen in aansluiting bij Steven Weinberg als volgt: 'Sinds het ontstaan van de moderne natuurwetenschap [is] de godsdienst aan een even onvermijdelijke als ononderbroken terugtocht begonnen' (273). Deze laatste positie lijkt Cohen 'die welke het meest overeenstemt met de feitelijke situatie' (274). Hij wijst in dit verband op de discussie over schepping of evolutie, waarbij de 'magisteria' wel degelijk overlappen, religie op de terugtocht is en probeert haar stellingen dekking te geven door zich te vermommen als 'wetenschappelijk creationisme'. Cohen ziet in de discussie over schepping of evolutie geen uitzondering, maar concludeert:

Zo is er geen verstandige manier om het wereldbeeld dat tot uiting komt in de Bijbel, of in de Koran, of in de Pali-canon of welk Heilig Geschrift dan ook, in overeenstemming te brengen met modern-natuurwetenschappelijke inzichten. Er is ook geen verstandige manier om (als je dat al wilt) in welke godsdienst dan ook welk theologisch dogma dan ook in overeenstemming te brengen met modern-natuurwetenschappelijke inzichten (275).

In feite zijn wij hier weer terug bij het conflictmodel, met wetenschap aan de winnende en religie aan de verliezende hand. Cohen nuanceert dit model op één punt: wetenschap kan wel 'een toenemende reeks van bestaande wereldbeelden *uitsluiten*', niet 'uit eigen kracht een eigen wereldbeeld vormen. [...] Een consistent totaalsysteem, dat gaat sinds de wetenschappelijke revolutie niet meer, in de godsdienst en in de wetenschap niet' (275).

Dit zijn *sweeping statements* die Cohen nauwelijks onderbouwt. Zij volgen niet uit de voorgaande hoofdstukken en houden bij nader inzien geen stand. Dat laatste wil ik hier ten slotte graag kort met argumenten onderbouwen. Op de eerste plaats zijn religies niet, zoals Cohen suggereert, consistente totaalsystemen. Religies zijn geen totaalsystemen, omdat zij niet over alles gaan. Zij kunnen het leven in vergaande mate beheersen, maar laten altijd ook bepaalde onderdelen vrij. En zij kunnen tamelijk omvattende systemen van leerstellingen voorschrijven, maar nooit alomvattende systemen. Religies zijn ook niet noodzakelijkerwijze consistent. Zo bevat de Heilige Schrift van de christenen tientallen verschillende boeken van verschillende auteurs, in drie verschillende talen geschreven in de loop van een duizendtal jaren. Hoewel al deze boeken uit dezelfde traditie voortkomen, spreken zij elkaar op allerlei punten tegen. Zo zegt Jezus in het ene evangelie 'Vrede geef ik U, mijn vrede laat ik U' (Johannes 14:27), in het andere dat hij niet gekomen is om de vrede te brengen (Mattheus 10:34). Het spreekt vanzelf dat dit soort tegenstellingen de gelovige lezers niet ontgaat. Sommigen zullen er tevreden mee zijn, de uitspraken naast elkaar te laten staan, anderen komen met harmoni-

66 Cohen, *Herscheping* (n. 1) 273, spreekt hier ten onrechte van 'No Overlapping Magisteria'. Zie Stephen J. Gould, *Rocks of Ages: Science and Religion in the Fullness of Life* (New York 1999) 5 et passim.

67 Voor een goede poging te laten zien op welke punten de evolutietheorie lastig te rijmen is met christelijk geloof, zie Gijsbert van den Brink, 'Schepping en christelijk geloof: Een systematisch-theologische verkenning', in: Dekker e.a., *En God beschikte een worm* (n. 50) 55-81.

serende verklaringen. Maar zelfs waar de kerk haar leer ontvouwt, is *consistentie* nooit het sterkste punt geweest. De leer van de Drie-eenheid bijvoorbeeld verdient geen prijs vanwege de voorbeeldige logica! Gelovigen geloven hier niet in omdat de consistentie zo voorbeeldig is, maar omdat het naar hun mening de beste manier is om recht te doen aan een Werkelijkheid die ons denken te boven gaat.

Op de tweede plaats moeten wij het ook niet zo voorstellen alsof overal waar geloof en wetenschap in tegenspraak komen, er voor de religie een probleem ontstaat. Cohen zelf laat in zijn boek zien, hoe in de vierde eeuw de bolvormige aarde zonder slag of stoot ook in de kerk geaccepteerd kon worden, ook al wordt in de Bijbel verschillende keren verondersteld dat de aarde plat is. Zoals Augustinus al opmerkte: de Bijbel is toch geen leerboek van de sterrenkunde! (158–159). Aangezien de vorm van de aarde nauwelijks religieus relevant is, heeft het eigenlijk ook nauwelijks zin om in dit verband te doen alsof de wetenschap op deze wijze terrein op de religie verovert. Échte tegenspraak ontstaat daar waar wetenschappelijke claims geloofsovertuigingen ondermijnen. Dat geldt wel voor de evolutieleer, die het op het eerste gezicht lastig maakt om te geloven dat de mens een directe schepping van God is.⁶⁷ Immers, hoe kan de mens een directe schepping van God zijn als deze door evolutie is ontstaan. Zodra men zich echter realiseert dat de Schepper in de theologie nóóit, ook voor Darwin niet, is opgevat als een binnenwereldse, empirisch traceerbare oorzaak, maar als de Transcendente van wie de causale ketens in hun geheel voor ontstaan en voortbestaan afhankelijk zijn, ziet men ook in dat een veranderende visie op binnenwereldse oorzakelijkheid nooit in directe rivaliteit kan staan met het bijbelse scheppingsverhaal. Het Schepperschap van God is van een andere orde dan binnenwereldse causaliteit, en daarom zijn er, hoe de visie op binnenwereldse oorzaken ook verandert, altijd mogelijkheden om deze te rijmen met de gedachte van een Schepper.⁶⁸ Er zijn dus, *contra* Cohen, wel degelijk verstandige manieren om het dogma van de schepping in overeenstemming te brengen met wetenschappelijk inzicht in de evolutie.

Nu zou men kunnen vermoeden dat het toeval is, dat er in het geval van schepping en evolutie mogelijkheden zijn om tot overeenstemming tussen beide te komen, en dat dit voor veel andere gevallen niet geldt. Ik zou daar tegenover willen zetten, dat de methode van de natuurwetenschap zo is, dat zij in principe niet met godsdienstige overtuigingen in tegenspraak kan komen. Het is een uitgangspunt van de natuurwetenschappen, dat een wetenschappelijke verklaring uitsluitend naar natuurlijke en materiële verschijnselen mag verwijzen. Wij noemen dit uitgangspunt *methodologisch naturalisme* of *atheïsme*.⁶⁹ Dit uitgangspunt sluit uit, dat natuurwetenschappers zich in hun verklaringen beroepen op God of andere bovennatuurlijke factoren. Dat is een goede zaak, want bovennatuurlijke verklaringen zouden gemakkelijk als *science-stoppers* kunnen fungeren: als ik weet dat God de mens straft door een bepaalde ziekte, zal ik minder geneigd zijn naar de natuurlijke oorzaken van die ziekte te gaan zoeken. Dit is geen levensbeschouwelijk naturalisme, maar een *methodologisch* naturalisme, een naturalisme als uitgangspunt in wetenschappelijke verklaringen. Omdat het een *a priori* is, een uitgangspunt, wordt het binnen de wetenschap niet bewezen. In die zin heeft

68 Klassieke pogingen om schepping en evolutie te rijmen zijn die van J.R. Illingworth, William Temple en Pierre Teilhard de Chardin. Vgl. ten onzent bijvoorbeeld Ansfried Hulsbosch, *De schepping Gods: Schepping, zonde en verlossing in het evolutionistische wereldbeeld* (Roermond 19643); Sjoerd Bonting, *Schepping en evolutie. Poging tot synthese* (Kampen 1996).

69 Over methodologisch naturalisme en de implicaties ervan, zie Marcel Sarot, *De goddeloosheid van de wetenschap: theologie, geloof en het gangbare wetenschapsideaal* (Zoetermeer 2006).

Cohen gelijk: natuurwetenschap gaat uit van onbewezen veronderstellingen, en heeft daarom geen eigen wereldbeeld.

Religie daarentegen heeft zo'n wereldbeeld wel. Het kan uiteraard niet wetenschappelijk bewezen worden. Als een christen gelooft dat God de Schepper van de wereld is, is dat wetenschappelijk onbewijsbaar: de wetenschap sluit God als verklaringsgrond uit (en, parallel hieraan, christenen zeggen dat God Schepper is op een ander niveau dan de natuurlijke oorzaken). Dit betekent echter niet dat het niet wáár kan zijn. Wie deze redenering gezocht vindt, wordt wellicht geholpen door de volgende analogie. Wat gebeurt er volgens de wetenschap, wanneer je melk in een pannetje giet en op het vuur zet? Die melk gaat koken, en bruist over de rand van de pan heen. Bij mij thuis gebeurt dat meestal niet, doordat ik tijdig het gas uitdraai. Ik kom dan dus tussenbeide. Natuurwetten geven aan, hoe de werkelijkheid zich gedraagt, als er niemand tussenbeide komt. Dat neemt niet weg, dat mensen wel degelijk tussenbeide kunnen komen! Als die mogelijkheid van interventie door een wezen met een vrije wil door de natuurwetenschap opengehouden wordt, dan is er geen *principiële* reden waarom alleen een mens zou kunnen interveniëren – en niet, bijvoorbeeld, een transcendent wezen. Ik besef terdege dat er veel meer voor nodig is om plausibel te maken dat een dergelijk transcendent wezen daadwerkelijk bestaat en kan interveniëren; op dit moment wil ik slechts laten zien dat de natuurwetenschap deze mogelijkheid niet uitsluit.⁷⁰ Er is derhalve ook geen reden, om te betogen dat er geen verstandige manier is om theologische dogma's en wetenschappelijke inzichten te rijmen. Wetenschap is niet het einde van alle wereldbeelden!

(6) De oorlogsmetafoer. Over de verhouding tussen godsdienst en wetenschap

HERMAN PHILIPSE

Descartes Centre, Universiteit Utrecht

De herschepping van de wereld is niet alleen een prachtig populair-wetenschappelijk werk maar ook een ambitieus boek.⁷¹ In deze studie, verschenen in 2007, tracht de wetenschapshistoricus Floris Cohen twee vragen te beantwoorden, die tegenwoordig gezien hun complexiteit door veel van zijn collega's als onbeantwoordbaar worden beschouwd. Hoe komt het dat de beslissende aanzet tot de moderne natuurwetenschap zich juist in Europa heeft voorgedaan? En hoe te verklaren dat er in Europa een inmiddels vier eeuwen durende traditie van wetenschappelijke vooruitgang kon ontstaan, die de gehele wereld diepgaand heeft veranderd?

In zijn antwoorden op deze vragen maakt Cohen gebruik van sleutelbegrippen, zoals 'culturele transplantatie', 'transformatie van wetenschappelijk erfgoed', en 'verborgen ontwikkelingspotentiëel'. Voorts blijken toevalsfactoren vaak een rol te spelen. Zo meent Cohen dat het slechts een haar heeft gescheeld of de wetenschappelijke revolutie was in het midden van de zeventiende eeuw 'krakend tot stilstand' gekomen, onder meer doordat wetenschappelijke ontdekkingen in strijd kwamen met het overgeleverde Christelijke wereldbeeld (171). Alleen door een toevallige samenloop van een aantal factoren is Europa 'door het oog van de naald gekropen' en werd de opbloei van wetenschap tijdens de

⁷⁰ Zij sluit wel a priori uit dat zij in haar eigen verklaringen een beroep op God als Schepper doet; zij sluit niet uit dat God in werkelijkheid Schepper is.

wetenschappelijke revolutie niet, zoals elders steeds gebeurde, gevolgd door een periode van neergang en stagnatie. Eén van die factoren is de Baconiaanse ideologie, volgens welke wetenschappelijke kennis zowel macht betekent als een positieve religieuze sanctie krijgt. Volgens Cohen laat zich een ‘al-Bacon’ in de Islambeschaving evenwel ‘met de beste wil van de wereld zelfs niet denken’ (188).

Gezien de rol die het vraagstuk van de verhouding tussen wetenschap en godsdienst speelt bij zijn historische onderzoek, is het begrijpelijk dat Floris Cohen in een slotbeschouwing probeert een meer systematische opvatting over dit onderwerp te ontwikkelen. Wat betekent de moderne natuurwetenschap voor ons wereldbeeld, en hoe verhoudt ze zich wat dit betreft tot religieuze visies? Om deze vragen te beantwoorden treedt Cohen als historicus terug ‘en maakt plaats voor de historisch geïnformeerde burger’ (272), of beter gezegd, de historisch geïnformeerde amateurfilosoof. In onderstaande bijdrage tot de discussie over Cohens boek zal ik eerst zijn visie op de verhouding tussen wetenschap en godsdienst analyseren, dan een overzichtje geven van de opvattingen van enkele andere representatieve wetenschapshistorici, om tenslotte een eigen stelling te verdedigen. Deze luidt dat de oorlogsmetafoor, die tegenwoordig door een meerderheid van wetenschapshistorici wordt verworpen, geheel adequaat is, mits men haar vooral situeert op propositioneel en kennistheoretisch niveau.

Cohen over de verhouding tussen geloof en wetenschap

In zijn slotbeschouwing bespreekt Cohen drie stellingnamen over de verhouding tussen religieus geloof en natuurwetenschap. De eerste is die van Andrew White, zoals uitgedrukt in de titel van diens klassieke boek *A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom* van 1896. Cohen wijst deze oorlogsmetafoor om vier redenen af. Ten eerste heeft ‘[s]erieuus wetenschapshistorisch onderzoek... al driekwart eeuw geleden de onhoudbaarheid van die these van niets dan ‘oorlogsvoering’ tussen beide aangetoond’. Voorts liet Cohens leermeester, Reijer Hooykaas, reeds zien ‘hoezeer het ontstaan van de moderne natuurwetenschap verknoot is geweest met godsdienstige ideeën’. Ten derde stonden gelovigen, voor zover er een ‘oorlog’ was, ‘aan beide kanten van de streep’. En tenslotte zijn er ook nu nog beoefenaren van de natuurwetenschap die geen conflict zien tussen hun religieuze overtuiging en hun werk (273).

Volgens een tweede stellingname heerst er een duurzame en ongebroken harmonie tussen geloof en wetenschap. Deze opvatting gaat terug op Immanuel Kant en is in onze tijd bijvoorbeeld verdedigd door Stephen J. Gould, die in 1997 betoogde dat religie en natuurwetenschap ‘Nonoverlapping Magisteria’ (*NOMA*) zijn.⁷² Deze harmonietheorie is echter hoogstens houdbaar indien men alle feitelijke waarheidspretenties uit de geloofsinhoud elimineert. Gould doet dit inderdaad door het magisterium van het geloof te beperken tot ‘questions of moral meaning and value’.⁷³ Cohen verwerpt deze visie met het argument dat zo’n drastische reductie van de geloofsinhoud ‘geen historisch reële opvatting van godsdienst’ is (273-274).

Wanneer men zoekt naar een stellingname over de verhouding tussen geloof en natuurwetenschap die ‘het meest overeenstemt met de feitelijke situatie zoals die zich sinds en door het ontstaan van de moderne natuurwetenschap is gaan voordoen’ (274), kan men volgens Cohen het beste aanknopen bij hetgeen Steven Weinberg betoogde in zijn boek *Dreams of a*

71 Cohen, *Herschepping* (n. 1). Paginaverwijzingen in de tekst zijn naar dit boek.

72 Stephen J. Gould, ‘Nonoverlapping Magisteria’, *Natural History* 106 (maart 1997) 16-22.

73 Ibidem.

Final Theory van 1992.⁷⁴ Weinberg verdedigt daar de stelling dat godsdienst ten gevolge van de wetenschappelijke vooruitgang verzeild is geraakt in een 'even onvermijdelijke als ononderbroken terugtocht' (273). Zoals Cohen zegt, overlappen de 'magisteria' wel degelijk 'en het ene krimpt naarmate het andere uitzet.' 'Sinds de Wetenschappelijke Revolutie behoort daarom voor een welingelicht mens een onproblematische geloofsbeleving niet langer tot de mogelijkheden' (274-275).

Deze conclusie roept twee soorten vragen op. Ten eerste kan men behoefte hebben aan enige verduidelijking. Tendeert de terugtocht van het geloof volgens Cohen naar de algehele evaporatie ervan of zal ze ergens halt houden? Bestaat er, met andere woorden, een bastion, hoe bescheiden ook, waarbinnen de godsdienst zich volgens Cohen kan terugtrekken zonder kwetsbaar te zijn voor toekomstige aanvallen der wetenschap? Heeft Cohen dan toch een zekere sympathie voor de door hem verworpen NOMA-theorie? Hij suggereert dit wellicht waar hij schrijft dat '[w]at natuurwetenschap daarentegen niet vermag,... is uit eigen kracht een wereldbeeld vormen,' want dan smokkelt men elementen binnen 'die de grenzen van de natuurwetenschap verre te buiten gaan' (275). Cohen lijkt bovendien niet veel op te hebben met natuurwetenschappelijke onderzoekers die het geloof bekritisieren. Want hij schrijft: '[w]ie tegenwoordig deze of gene geleerde uit naam van de natuurwetenschap tegen de religie als zodanig tekeer hoort gaan, valt al gauw op hoe versimpeld en primitief het Godsbeeld is dat daarin aan gelovigen doorgaans wordt toegeschreven.' Hij concludeert met een advies: 'schoenmaker en ook natuurwetenschapper, blijf bij je leest' (276), want '[h]et bestaan kent raadselen waar de ééndimensionale rationaliteit van de natuurwetenschap, die op eigen terrein zo bewonderenswaardig is, geen vat op heeft en vooral ook niet moet proberen te krijgen' (279). Probeert Cohen hier slechts een grens te trekken tussen natuurwetenschappen enerzijds en humaniora en sociale wetenschappen anderzijds? Of bakent deze grens ook een eigen terrein voor de godsdienst af?

In de tweede plaats kan men enkele kritische vragen stellen. Waarom zou de wetenschap niet in staat zijn een wereldbeeld te scheppen? Cohen definieerde een 'wereldbeeld' in het begin van zijn boek als 'een globale kijk... op de manier waarop de afzonderlijke verschijnselen met elkaar samenhangen' (22). Ik zou zeggen dat de moderne Big Bang kosmologie, de verklaring van het ontstaan van sterren en van nieuwe chemische elementen door kernreacties in sterren en super nova's, wetenschappelijke analyses van de genese van planeten, de evolutietheorie, een evolutionair perspectief op cultuurgeschiedenis, en hedendaags cognitieonderzoek alle tezamen genomen precies dit doen: een globale, wetenschappelijk verantwoorde, en buitengewoon indrukwekkende 'kijk' ontwikkelen op de manier waarop de afzonderlijke verschijnselen in het universum met elkaar samenhangen. Uit de eenvoud van de Big Bang komen via *in beginsel* wetenschappelijk te begrijpen processen uiteindelijk alle verschijnselen voort die we in het heelal ontdekken, hoe complex ze ook zijn. Zoals de Wiener Kreis poneerde, is er een wetenschappelijke wereldbeschouwing, die steeds preciezer en gedetailleerder wordt, en die voortdurend nieuwe onderzoeksvragen genereert. Uit dit wereldbeeld kan men weliswaar geen normen en waarden afleiden, zoals de sociaal Darwinisten soms probeerden. Maar het impliceert wel een evolutionaire visie *op* waarden en moraal.

Zolang men de geloofsinhoud van godsdiensten nog interpreteert als bestaande uit waarheidsaanspraken, met de strekking dat er een bepaalde god of dat er bepaalde goden bestaan,

⁷⁴ Steven Weinberg, *Dreams of a Final Theory. The Scientist's Search for the Ultimate Laws of Nature* (New York 1992). Zie vooral hoofdstuk 2, 'What about God?'

is het in het licht van dit wetenschappelijke wereldbeeld bijzonder onwaarschijnlijk dat religieuze waarheidsaanspraken ook waar zijn. Bijvoorbeeld: de Hindoe-god Ganesha met zijn mensenlichaam, olifantshoofd en vier armen past niet in de evolutietheorie, en het bestaan van de oneindige lichaamsloze geest-god van het traditionele monotheïsme is bijzonder onwaarschijnlijk in het licht van de snel toenemende kennis over de afhankelijkheid van bewustzijnsfuncties ten opzichte van hersenprocessen. De monotheïstische gedachte dat God het universum vooral terwille van de mens geschapen zou hebben, zelfs nu nog verdedigd door apologetische godsdienstfilosofen zoals Richard Swinburne, is volstrekt absurd in het licht van de immense dimensies van het heelal, zowel in ruimte als in tijd, die door de kosmologie van de twintigste eeuw zijn onthuld. In het licht van het wetenschappelijk wereldbeeld zijn alle godsdiensten dus qua geloofsinhoud slechts mythen. Waarom zou men dan niet uit naam van de wetenschap kritiek mogen uitoefenen op godsdienstige waarheidsaanspraken? Een dergelijke kritiek is weliswaar geen natuurwetenschap, maar ze kan er wel op gebaseerd zijn, evenals op andere wetenschappen zoals psychologie, historische bronnenkritiek, of cultuurgeschiedenis. Kunnen we Cohens verzuilings-pacificatie met als maxime ‘schoenmaker... blijf bij je leest’ dus wel aanvaarden? Betekent die niet het einde van de filosofie?

Met betrekking tot de propositionele inhoud van respectievelijk godsdienstige overtuigingen en wetenschap zou ik de volgende visie willen verdedigen. Veel wetenschappelijk onderzoek is godsdienstig neutraal. Maar als we ‘goden’ definiëren als geestelijke machten, die niet te ontdekken zijn door biologisch onderzoek, maakt het steeds verder uitgewerkte wetenschappelijke wereldbeeld het bestaan van goden of God bijzonder onwaarschijnlijk. Onder meer om deze reden is het irrationeel in hun bestaan te geloven, of zelfs maar te hopen op hun bestaan.⁷⁵ De terugtocht van religie in het licht van wetenschap kent dus geen grens, zolang men de geloofsinhoud interpreteert als een geheel van feitelijke waarheidsaanspraken. Zelfs wanneer men de waarheidsaanspraken uit deze geloofsinhoud elimineert, en haar à la Gould beperkt tot ‘questions of moral meaning and value’, blijft er voor het geloof geen wetenschappelijk onschendbaar magisterium of onneembaar bastion over. Immers, de geloofspretentie een speciaal leergezag of magisterium te hebben over kwesties van moraal en levenszin, te onzent bijvoorbeeld gehuldigd door de Christen Unie, berust niet alleen op feitelijke waarheidsaanspraken betreffende god(en), die door wetenschappelijke vooruitgang onhoudbaar zijn gebleken. Ze berust ook op theologische autoriteitsargumenten voor moraal, waarvan Plato het problematische karakter al liet zien in zijn dialoog de *Eutyphro*.

Al met al moeten we de metafoor van een terugtocht plaatsen waar ze thuis hoort: binnen het kader van de oorlogsmetafoor. Voorts moeten we de terugtocht radicaal interpreteren. In het licht van de wetenschappelijke vooruitgang eindigt deze terugtocht van religie, *de iure* gesproken en qua propositionele geloofsinhoud, in een nulpunt. Hieraan doet niets af dat mondiaal gezien religie in opmars is, doordat de bevolkingsgroei op Aarde vooral plaats vindt in religieuze regionen. Immers, wat waar of waarschijnlijk is, wordt niet beslist door de meerderheid, maar door het toepassen van goed gevalideerde methoden van onderzoek. Hoe zit het dan met Cohens argumenten tegen de oorlogsmetafoor? Er kan mijns inziens weinig twijfel over bestaan dat ze ongeldig zijn indien ze betrekking hebben op de geloofsinhoud van godsdiensten. Laat ik de vier argumenten in omgekeerde volgorde bespreken.

⁷⁵ De filosoof Nicholas Rescher herinterpreteert zijn katholieke geloof als ‘axiologisch theïsme’, dat is het hopen of als wenselijk beschouwen dat God bestaat. Dit plaatst hij tegenover het traditionele doxastische theïsme: ervan overtuigd zijn dat God bestaat: *Issues in the Philosophy of Religion* (Frankfurt 2007) hoofdstuk 1.

Dat er ook nu nog beoefenaren van de natuurwetenschap zijn die geen conflict zien tussen hun religieuze overtuiging en hun werk, zegt weinig, want observatie leert ons dat veel mensen kunnen goed leven met opvattingen die bij diepere doordenking moeilijk te verenigen zijn. Dat gelovigen, voor zover er een 'oorlog' was, 'aan beide kanten van de streep' stonden, zoals bijvoorbeeld in het geval Galileï of in het conflict Voetius–Descartes, zegt evenmin veel. De ene gelovige, zoals Galileï of Descartes, zal er de voorkeur aan geven zijn geloofsinhoud ruimdenkend te herinterpreteren in het licht van nieuwe wetenschappelijke ontdekkingen teneinde haar maar niet te hoeven opgeven, terwijl de andere gelovige, zoals Voetius, scherpzinnig inziet dat indien men eenmaal hieraan begint, de geloofsinhoud uiteindelijk geheel zal verdampen.

Voorts kan het wel zijn dat het ontstaan van de moderne natuurwetenschap op enkele punten 'verknoot is geweest met godsdienstige ideeën', ook al is er mijns inziens weinig reden de diepste intuïties van Reijer Hooykaas in deze over te nemen. Zoals Lindberg en Numbers schrijven in de inleiding tot hun klassieke bundel *God & Nature*:

All too often those who have argued that Christianity gave birth to modern science – most notably the Protestant historian Reijer Hooykaas and the Catholic priest-scientist Stanley L. Jaki – have sacrificed careful history for scarcely concealed apologetics.⁷⁶

Met betrekking tot de visies van Hooykaas moet men enkele onderscheidingen maken, zoals die tussen motivatie en inhoud, en tussen *context of discovery* en *context of justification*. Misschien dachten wetenschappelijke onderzoekers in de zeventiende eeuw, en denken enkele moderne onderzoekers, zoals Cees Dekker, nog heden-ten-dage, dat ze God dienen door wetenschap te bedrijven. Maar dit heeft met de propositionele inhoud van hun wetenschap niets te maken. Er is bijvoorbeeld geen inhoudelijk verband tussen Galileï's valwet of de axioma's en gravitatiewet van Newtons klassieke mechanica enerzijds, en de religieuze overtuigingen van deze heren anderzijds. Voorts werden wetenschapsmensen zoals Kepler of Pascal bij het opstellen van bepaalde hypothesen wellicht geïnspireerd door geloofsvoorstellingen.⁷⁷ Maar dit heeft niets te maken met de methodische rechtvaardiging van deze hypothesen door zorgvuldig wetenschappelijk onderzoek.

Wat tenslotte te denken van Cohens eerste argument tegen de oorlogsmetafoor, dat 'serieus wetenschapshistorisch onderzoek al driekwart eeuw geleden de onhoudbaarheid van die these van niets dan 'oorlogsvoering' tussen beide [heeft] aangetoond' (273)? Natuurlijk meende zelfs Andrew White niet dat er *niets dan* oorlogvoering was. Ook hij zag in dat veel wetenschappelijk onderzoek inhoudelijk weinig te maken heeft met Christelijke of andere

76 David C. Lindberg and Ronald L. Numbers, *God & Nature. Historical Essays on the Encounter between Christianity and Science* (Berkeley 1986) 5. Dit citaat is wellicht unfair met betrekking tot Hooykaas, die een iets zorgvuldiger en empirisch ingestelde wetenschapshistoricus was dan de benedictijn Jaki, primair een begaafd natuurkundige en theoloog.

77 Men kan bijvoorbeeld betogen dat de kerkelijke veroordeling van talrijke (13 + 219) natuurfilosofische proposities door de bisschop van Parijs, Étienne Tempier, in 1270 en 1277, onder meer omdat ze de doctrine van Gods almacht zouden tegenspreken, een stimulans heeft betekend voor natuurwetenschappelijke speculatie. Zo werd onder meer leegte denkbaar, en een oneindig universum, contra Aristoteles. Zoals Edwar Grant schrijft: 'The supernatural alternatives considered in the aftermath of the condemnation of 1277 conditioned Scholastics to contemplate physical possibilities outside the ken of Aristotelian natural philosophy, and frequently in direct conflict with it' ('Science and Theology in the Middle Ages', in Lindberg & Numbers, *God & Nature* (n. 76) 55). Ook anti-religieuze overtuigingen waren soms een inspiratiebron voor fysici, zoals waarschijnlijk het geval was bij Hermann Bondi's en Fred Hoyle's uitvinding van de Steady State Theory. Vgl. Helge Kragh, *Cosmology and Controversy. The Historical Development of Two Theories of the Universe* (Princeton 1996).

godsdienstige leerstellingen. Cohen bestrijdt hier dus een papieren tijger. Sterker nog, ofschoon White in detail betoogde dat vele Bijbelteksten in hun traditionele interpretaties werden weerlegd door de wetenschappelijke vooruitgang, met name vooruitgang in de antropologie en de cultuurgeschiedenis, meende hij met negentiende-eeuws optimisme dat deze vooruitgang ook zou leiden tot een zuiverder Bijbelinterpretatie. Godsdienstige waarheden zouden er volgens hem wel bij varen: 'the religious and moral truths thus disengaged from the old masses of myth and legend are all the more venerable and authoritative'.⁷⁸

Zoals inmiddels duidelijk zal zijn geworden, is de oorlogsmetafoor mijns inziens op radicaler wijze van toepassing dan White en zijn iets oudere tijdgenoot John William Draper dachten, mits men haar betreft op de propositionele inhoud van religie en wetenschap.⁷⁹ Maar hoe zit het dan met al die wetenschapshistorici die het werk van White en Draper hebben bekritiseerd? Natuurlijk liet het onderzoek van beide auteurs in het licht van hedendaagse criteria voor bronnenonderzoek vaak veel te wensen over. Zo toonde Edward Rosen in 1960 aan dat een beroemd kritisch Calvin-citaat over Copernicus niet in Calvijns werken te vinden is.⁸⁰ White had het waarschijnlijk ontleend aan een Anglicaanse kanunnik, F. W. Farrar, en diens verwijzing niet gecontroleerd.⁸¹ Maar verandert een dergelijke wetenschapshistorische myopie het globale beeld van de oorlogsmetafoor? Zoals Richard Stauffer in 1971 liet zien, wees Calvin wel degelijk op grond van de Bijbel het heliocentrisme af.⁸² Laten we dus eens vluchtig kijken naar al het 'serieuze wetenschapshistorische onderzoek' dat volgens Cohen gedurende de laatste driekwart eeuw de oorlogsmetafoor van Andrew D. White onderuit gehaald zou hebben.

Wetenschapshistorici en de oorlogsmetafoor

Wetenschapshistorici van verschillend pluimage hebben allerlei argumenten ingebracht tegen de oorlogsmetafoor. Zo betoogde de socioloog Robert K. Merton in 1938, reagerend op de marxistische interpretatie van Newton door Boris Hessen, dat het puriteinse waardenstelsel in het zeventiende-eeuwse Engeland een belangrijke stimulans was geweest voor wetenschappelijk onderzoek.⁸³ Vele wetenschapshistorici, zoals A. Hunter Dupree, Charles Gillespie, Paul Kocher, Giorgio de Santillana en Richard Westfall, zijn van mening dat de interactie tussen Christendom en wetenschap veel te complex is om adequaat beschreven te kunnen worden met termen zoals 'conflict' of 'harmonie'. Volgens James Moore was er zelfs in de tijd van Darwin geen polarisatie van wetenschap en godsdienst, maar eerder 'a large number of learned men, some scientists, some theologians, some indistinguishable, and almost all of them very religious, who experienced various differences among themselves'.⁸⁴ Gillespie betoogde voorts in *Charles Darwin and the Problem of Creation* (1979) dat er niet zozeer een conflict bestond tussen wetenschap en godsdienst, als wel tussen rivaliserende concepties van wetenschap of *episteme's*: moest de theologie er al dan niet deel van uitmaken?⁸⁵

78 Andrew D. White, *A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom*, II (1896; Buffalo 1993) 394.

79 Vgl. John William Draper, *History of the Conflict between Religion and Science* (New York 1874).

80 White, *History of the Warfare of Science with Theology*, I (n. 78) 127-130.

81 Edward Rosen, 'Calvin's Attitude toward Copernicus', *Journal of the History of Ideas* 21 (1960) 431-41.

82 Richard Stauffer, 'Calvin et Copernic', *Revue de l'Histoire des Religions* 179 (1971) 31-40. Vgl. voor deze geschiedenis Owen Gingerich, *The Book Nobody Read. Chasing the Revolutions of Nicolaus Copernicus* (New York 2004) 137-138.

83 Robert K. Merton, 'Science, Technology and Society in Seventeenth Century England', *Osiris* 4:2 (1938) 360-632.

84 Geciteerd door Lindberg en Numbers, *God & Nature* (n. 76) uit James R. Moore, *Post-Darwinian Controversies: A Study of the Protestant Struggle to Come to Terms with Darwin in Great Britain and America, 1870-1900* (Cambridge 1979).

85 Vgl. voor deze alinea Lindberg & Numbers, *God & Nature* (n. 76) 4-9.

Ook recentere auteurs laten zich uitgesproken kritisch uit over de oorlogsmetafoer. Er lijkt zich een consensus te ontwikkelen dat deze metafoer als te simplistisch verworpen moet worden. Representatief is het volgende citaat, ontleend aan John Brooke's vaak herdrukte boek *Science and Religion*:

Serious scholarship in the history of science has revealed so extraordinarily rich and complex a relationship between science and religion in the past that general theses are difficult to sustain. The real lesson turns out to be the complexity.⁸⁶

Zelfs de metafoer van een terugtocht van religie in het licht van wetenschap moet het bij Brooke ontgelden:

To portray the relations between science and religion as a continuous retreat of theological dogma before a cumulative and infallible science is to overlook the fine structure of scientific controversy, in which religious interests certainly intruded, but often in subtle rather than overly obstructive ways.⁸⁷

Om enige orde te scheppen in de veelheid van historische visies, moeten we een onderscheid maken tussen verschillende aspecten van zowel wetenschap als godsdienst. Een sociologisch ingestelde wetenschapshistoricus zal weinig waardering hebben voor de oorlogsmetafoer, want er waren nooit helder afgebakende *groepen* van enerzijds gelovigen en anderzijds wetenschapsbeoefenaars die als afzonderlijke legers tegenover elkaar stonden. Wel konden er natuurlijk belangentegenstellingen zijn tussen gevestigde kerkelijke *instituties* en opkomende organisaties van professionele wetenschappelijke onderzoekers, zoals in het Victoriaanse Engeland.⁸⁸ Door de toenemende arbeidsdeling, steeds verdergaande scheiding tussen kerk en staat, en de opmars van seculiere toegepaste wetenschap, is er een voortdurende *institutionele* terugtocht van religie in de moderne Europese geschiedenis. Maar zelfs in zo'n geval zijn er gelovigen onder de wetenschappers en wetenschappers onder de klerikalen. Ook wetenschapshistorische biografen waarderen de oorlogsmetafoer meestal weinig, want conflicten tussen wetenschap en religie werden vaak in het mentale leven van de *individuele onderzoeker* uitgevochten, met zeer uiteenlopende resultaten. Een wetenschapshistoricus die zich primair op de mensen concentreert, als groep of als individu, zal de metafoer dus verwerpen.

Zoals ik hierboven heb betoogd, is de oorlogsmetafoer in de eerste plaats van toepassing op het niveau van de *propositionele inhoud* van geloofsovertuiging en wetenschap. Daar werd ze door Andrew White ook gesitueerd. Ondanks alle pogingen van theologen om hun geloofsinhoud door herinterpretaties te beschermen tegen telkens nieuwe wetenschappelijke ontwikkelingen, is de grote lijn van de cultuurgeschiedenis in de laatste vierhonderd jaar er een van een voortdurende verkleining van de klasse van 'geloofswaarheden' die nog houdbaar zijn in het licht van de wetenschappelijke vooruitgang, zoals Cohen ook betoogt. Mijns inziens heeft deze verkleining inmiddels zijn limiet bereikt, waarbij de klasse van houdbare geloofswaarheden samenvalt met de nulklasse. Maar dit is een wijsgerige conclusie, die door argumentatie verdedigd moet worden, en niet een oordeel dat een wetenschapshistoricus

86 John Hedley Brooke, *Science and Religion. Some Historical Perspectives* (Cambridge 1991) 5.

87 Ibidem 6. Brooke's visie wordt onderschreven door vele andere wetenschapshistorici. Vgl. bijvoorbeeld Richard G. Olson, *Science and Religion 1450-1900. From Copernicus to Darwin* (Baltimore 2004) 24.

88 Vgl. Frank M. Turner, 'The Victorian Conflict between Science and Religion: A Professional Dimension', *Isis* 69 (1978) 356-376.

qualitate qua kan vellen. Deze mag slechts constateren wat de wetenschappelijke onderzoekers die tot zijn onderzoeksdomein behoren, over de kwestie denken.

Het eerste globale argument dat ik hierboven voor deze conclusie heb geschetst, is dat het in het licht van het wetenschappelijke wereldbeeld bijzonder *onwaarschijnlijk* is dat er goden bestaan of dat andere religieuze waarheidsaanspraken, zoals bijvoorbeeld over een hierna-maals, waar zijn. Laat ik besluiten met een tweede argument te noemen, dat zo mogelijk nog zwaarder weegt. Gelovigen plachten zich ter legitimering van hun religieuze waarheidsaan-spraken te beroepen op bepaalde kenbronnen, zoals openbaringen of wonderen. Omdat de gepostuleerde goden gezien worden als geesten, al dan niet geïncarneerd, zijn alle (ver-meende) religieuze kenbronnen gemodelleerd op varianten van menselijke communicatie. Bijvoorbeeld: goden spreken tot mensen in dromen, geven hun tekens door wonderen, spreken tot ons via de wartaal van de Pythia of de toevallen van epileptici, en openbaren zich in tekens of gehallucineerde woorden.

Nu heeft wetenschappelijk onderzoek in allerlei disciplines, zoals cultuurgeschiedenis, historische bronnenkritiek, psychiatrie, geologie, en medicijnen, betreffende *al* deze kenbronnen tot tweërlei conclusie geleid. Ten eerste blijkt geen van deze kenbronnen of methoden van communicatie met goden valideerbaar te zijn. Zoals recente statistische onderzoeken over bidden nog eens hebben aangetoond, bestaat er bijvoorbeeld geen sig-nificant verschil tussen het ziekteverloop van patiënten voor wie door gebedsgroepen wordt gebeden en voor wie niet wordt gebeden.⁸⁹ Openbaringen bevatten talloze onwaarheden en, zoals Andrew White reeds benadrukte, heeft cultuurhistorisch onderzoek laten zien dat hun inhoud werd overgenomen uit bestaande culturele tradities. Geen vermeende godheid heeft ooit iets geopenbaard dat zowel waar is als niet reeds beschikbaar in de cultuur waarin de openbaring zou hebben plaats gehad. Bijgevolg is de hypothese van een goddelijke bron voor de openbaringsinhoud onplausibel en overbodig.

Ten tweede zijn de religieuze achtergrondtheorieën, in het licht waarvan bepaalde ver-schijnselen geïdentificeerd werden als communicatie door goden of demonen, inmiddels vervangen door beter bevestigde seculiere theorieën. De wartaal van de pythia te Delphi blijkt niet ver-oorzaakt te zijn geweest door Apollo maar door vulkanische gassen zoals methaan, ethaan, en ethyleen.⁹⁰ De openbaringservaringen van iemand als Paulus, die op weg naar Damascus waarschijnlijk ten prooi viel aan een epileptische aanval, moeten psychiatrisch en niet theo-logisch worden verklaard.⁹¹ In het algemeen blijken temporaalkwab-epileptici vaak aan vormen van godsdienstwaan te lijden.⁹²

89 Vgl. Mantra II ('Monitoring and Actualisation of Noetic Trainings'), *The Lancet*, 16 juli 2005; STEP ('Study of the Therapeutic Effects of Intercessory Prayer') *American Heart Journal*, 4 april 2006. Theologen zijn er natuurlijk snel bij om immunisering en verzinnen, zoals de objectie dat er wereldwijd voor alle zieken wordt gebeden, zodat de gebedsgroepen in deze experimenten wellicht geen constateerbaar grensnut sorteren, of dat een double-blind onderzoek ongeldig is indien een alwetende God in het spel zou kunnen zijn. Zie bijvoorbeeld Marcel Sarot, 'Bidden tegen beter weten in?', in Cees Dekker et al., *Omhoog kijken in Platland* (Kampen 2007) 200-217.

90 Vgl. bijvoorbeeld: J. R. Hale et al., 'Questioning the Delphic Oracle', *Scientific American* 289 (2003) 66-73.

91 Zoals bekend suggereerde Nietzsche in 1881 al dat Paulus een epilepticus was (F. Nietzsche, *Morgenröte. Gedan-ken über die moralischen Vorurteile* (1873) § 68). De visie wordt onderschreven door hedendaagse experts. Vgl. D. Landsborough, 'St Paul and temporal lobe epilepsy', *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 50 (1987) 659-664. Landsborough concludeert dat Paulus 'may have had an attack of TLE on the road to Damascus, fol-lowed by post-ictal blindness – this taking place while he was undergoing a profound spiritual change, his conversion to the Christian faith'.

92 Vgl. Kenneth Dewhurst and A. W. Beard, 'Sudden Religious Conversions in Temporal Lobe Epilepsy', *The British Journal of Psychiatry* 117 (1970) 497-507.

Het is natuurlijk begrijpelijk dat indrukwekkende verschijnselen zoals het schuimbekken van een epilepticus in meer primitieve culturen geduid worden als veroorzaakt door goden of demonen. Dit was het geval in de oudheid en het is nu nog zo in vele Afrikaanse landen.⁹³ Maar inmiddels weten we beter en geen vermeende religieuze kenbron geniet in het licht van de hedendaagse wetenschap nog enige geloofwaardigheid. Moeten we vermeende vruchten van dergelijke illusoire kenbronnen aanvaarden alleen omdat ze uit de oudheid stammen, terwijl we de desbetreffende profeten nu zouden verwijzen naar een psychiater? Dat zou te zot voor woorden zijn. Het is vooral op dit kennistheoretische niveau dat men de oorlogsmetafoor moet betrekken. Dan is er maar één conclusie mogelijk. Wetenschappelijke vooruitgang in de meest uiteenlopende disciplines heeft geleid tot een totaal failliet van alle godsdienstige waarheidspretenties.

(7) Antwoord aan mijn critici

FLORIS COHEN

Descartes Centre, Universiteit Utrecht

Het symposium op 4 april 2008 heb ik als een bijzonder feestelijke dag ervaren, en ik wil de sprekers en vooral ook de initiatiefnemer en organisator, Herman Philipse, daar nog eens heel hartelijk voor danken. Zoveel aandacht voor mijn boek, zo'n concentratie op kernthema's, zulke pittige uitspraken, zo'n prettige atmosfeer waarin iedereen zich vrij voelde om te zeggen wat hij op het hart had, zo'n plezier bij alle ingespannen hersenarbeid! Ik denk er nog vaak en steeds opgewekt aan terug. En dan mag ik nu ook nog eens de inmiddels vastgelegde versies teruglezen van wat toen is gezegd, en daar opnieuw commentaar op leveren. Het is een gevarieerd pakket geworden, en liever dan op elke opmerking afzonderlijk in te gaan, pik ik eruit wat mij hoofdthema's lijken (waar ik zwijg betekent dat dus nog niet dat ik toestem). Aan de beantwoording vooraf gaat een woord van dank voor alle lofuitingen, die ik nu verder terzijde laat op het compliment na dat me het meeste plezier heeft gedaan, Eric Schliessers constatering 'dat ik wel tegen een stootje kan'. In dat teken, de stellige verwachting namelijk dat alle deelnemers wel tegen een stootje kunnen, stond het hele symposium, en nu ik de vijf sprekers plus recensent Rienk Vermij nog eens schriftelijk tegemoet tred houd ik er graag aan vast.

Is het, zoals Rienk Vermij en Christoph Lüthy stellen, *de* moderne natuurwetenschap waarvan ik het ontstaan pretendeer te verklaren? Zeker, de ondertitel 'Het ontstaan van de moderne natuurwetenschap verklaard' zegt het, maar een ondertitel is natuurlijk niet de meest geëigende plaats voor nuancering en kwalificatie, zeker niet wanneer je ter bevordering van de kooplust een toespeling maakt op titels als Herman Gorters *Het historisch materialisme voor arbeiders verklaard* of Daniel Dennetts *Consciousness Explained*. In werkelijkheid denk ik niet dat de natuurwetenschap als zodanig één homogeen geheel vormt, en ook niet dat ze in de zeventiende eeuw al geheel voldragen ter wereld zou zijn gekomen. Wel heb ik proberen te laten zien dat een samenhangend stel kernelementen van onze moderne natuurwetenschap, als zodanig grondig afwijkend van wat vóór de zeventiende eeuw zoal gangbaar was, in de loop van die eeuw gestalte heeft gekregen in een zestal onderling nauw verbonden processen van revolutionaire transformatie.

Voor mij is indertijd één van de grote lessen geweest van het schrijven van *The Scientific Revolution. A Historiographical Inquiry* dat de Wetenschappelijke Revolutie te lang en te sterk als één homogeen proces is opgevat, met als klaarblijkelijk enig mogelijk alternatief de gedachte dat de toenemend duidelijker aan het daglicht tredende heterogeniteit ervan dan ook meteen het opdoeken van het hele begrip ‘Wetenschappelijke Revolutie’ met zich mee zou moeten brengen. Tot de jaren tachtig, toen dat hele begrip inderdaad in rook begon op te gaan, namen verklaringen strijk en zet de vorm aan van monolithische thesen die geacht werden het hele proces in zijn volle omvang te omvatten. Critici waren er dan steeds opnieuw als de kippen bij de tekortkomingen van zo’n alomvattende these aan te tonen. Zo heeft de Merton-these weinig verhelderends te zeggen over de manier waarop, of de sociaal-culturele situatie waarin, een Galilei of een Descartes tot nieuwe inzichten heeft kunnen komen, zomin als Koyré’s of Dijksterhuis’ conceptie van een alomvattende mathematisering recht deed aan het opsporend-experimenteel onderzoek van een Gilbert of een Van Helmont. Thomas Kuhn heeft juist daarom voorgesteld dergelijke enkelvoudige maar tegelijk alomvattende thesen niet zozeer integraal te verdedigen of te verwerpen, maar ze liever tot hun eigenlijke werkingsbereik terug te schroeven. Op zo precies mogelijke bepaling van de feitelijke reikwijdte van al die enkelvoudige thesen ben ik in dat historiografische boek dan ook steeds uit geweest, en in de slothoofdstukken heb ik in die richting verder door geredeneerd. ‘Dank het analytische begrip ‘Wetenschappelijke Revolutie’ niet af, maar zoek naar mogelijkheden voor realistische herdefiniëring’: in dat teken stond dat boek uit 1994, en die zoektocht heb ik sindsdien met andere middelen voortgezet. Het resultaat daarvan, *How Modern Science Came Into the World*, is wat mij betreft af en ligt al een tijdje ter beoordeling; *De herschepping van de wereld* geeft hetzelfde betoog dat ik daarin heb gehouden veel beknopter weer, en voor een ruimer publiek dan in de eerste plaats de vakgenoten. Ik laat erin zien dat de Wetenschappelijke Revolutie zich heeft voltrokken langs de weg van dat zestal revolutionaire transformaties, die tezamen genomen ruwweg de zeventiende eeuw omvatten maar elk afzonderlijk hooguit zo’n twintig tot dertig jaar in beslag hebben genomen – zelfs voor een revolutie in de meer gangbare zin lijkt me dat een heel acceptabele tijdsduur, van Bastille tot Waterloo heeft nauwelijks minder tijd genomen. Elke ‘vorm van natuurkennis’ (de eenheid van analyse door het hele boek heen) die uit zo’n transformatie voortkwam, werd gekenmerkt door een eigen, steeds tastenderwijs verkend werkingsbereik, door eigen zoekmethodieken en procedures om willekeur in het trekken van conclusies waar mogelijk uit te sluiten of althans in te perken. Dit complex van zes transformaties, sommige revolutionairder weer dan andere, leverde meer op dan zomaar een (in de woorden van Steven Shapin) ‘diverse array of cultural practices’.⁹⁴ Vooral nog verdeeld over een meer wiskundige, een meer opsporend-experimentele, en een aantal mengvormen van natuurkennis, treffen we aan het eind van de hele episode aan wat Stillman Drake met een fraai gekozen term ‘recognizably modern science’ placht te noemen.⁹⁵ Niet identiek dus met de huidige natuurwetenschap in haar sedertdien nog sterk toegenomen heterogeniteit, maar wel degelijk als zodanig herkenbaar.

Kortom, waar met name Christoph Lüthy mij een te homogeen begrip van natuurwetenschap en van Wetenschappelijke Revolutie tegenwerpt, en bovendien een onmatig lange duur

93 Vgl. Louise Jilek-Aall, ‘Morbus Sacer in Africa: Some Religious Aspects of Epilepsy in Traditional Cultures’, *Epilepsia* 40 (1999) 382-386.

94 Shapin, *The Scientific Revolution* (n. 28) 3.

95 Drake gebruikte deze uitdrukking geregeld (vaker nog in de variant ‘recognizably modern physics’), bijvoorbeeld op pagina 98 van zijn *Galileo: Pioneer Scientist* (Toronto 1990).

voor een revolutie, denk ik dat hij deze gangbare bezwaren nu richt tegen degene die er juist constructieve oplossingen voor heeft proberen te vinden.

Dit geldt ook een beetje voor de kwestie waar ik mijn boek mee begin, met als hoofddoel de lezer vanuit diens eigen ervaring het boek binnen te trekken. Ik betoog in de Inleiding niet dat het ontstaan van de moderne wereld waar wij in leven uitsluitend op het conto van de moderne natuurwetenschap kan worden geschreven, wèl dat die revolutionaire reeks zeventiende-eeuwse gebeurtenissen daar één onmisbare voorwaarde voor is geweest. Daarnaast, en nauw ermee vervlochten, waren er meerdere ontstaansvoorwaarden, die ik op het slot van de *Herscheping* misschien wat al te beknopt heb proberen aan te duiden: de achttiende-eeuwse, vooral Britse, uiteindelijk geslaagde aanzet tot de opkomst van een op natuurwetenschap gebaseerde technologie, plus de klaarlijkkelijke vatbaarheid daarvan voor productieve, economisch renderende investering erin.⁹⁶

Het is intussen wat ironisch dat die notie van één homogene Wetenschappelijke Revolutie die Christoph Lüthy aan mij toeschrijft juist sommige bezwaren van sommige van mijn critici problematisch maakt. Mijn streven is steeds geweest, in het hele zo complexe gebeuren afzonderlijke eenheden te isoleren en die van afzonderlijke, zo precies mogelijk gespecificeerde deelverklaringen te voorzien. Ik wilde juist af van het soort historische discussie dat er in wezen op neerkomt dat eigenlijk de complete voorgeschiedenis, of anders een min of meer willekeurige selectie daaruit, als verklaring gaat dienen van een dan toch weer als één homogeen geheel opgevatte Wetenschappelijke Revolutie.

Een voorbeeld is te vinden in Marcel Sarots kritiek op het gebruik dat ik heb gemaakt van de Weberthese. Maar ik wend die niet aan om er 'de' Wetenschappelijke Revolutie mee te verklaren. Ook heb ik mijn gebruik ervan juist losgekoppeld van het meest betwiste onderdeel ervan, de verbinding die Weber legde tussen een specifiek Protestants arbeids-ethos en op de wereld gericht heilstreven enerzijds, de geest van het kapitalisme anderzijds. Die geest heb ik doelbewust buiten beschouwing gelaten, ik had die voor mijn betoog ook niet nodig.⁹⁷ Mij ging het er specifiek om te laten zien dat, in zeventiende-eeuwse verwoordingen van wat ik de 'Baconiaanse Ideologie' noem, dat Protestantse arbeidsethos en die extraverte instelling onmiskenbaar tot uitdrukking komen. De passages van de Anglicaanse geestelijke Thomas Sprat die ik aanhaal, en waarin deze het experiment aanprijst als religieus aanvaardbare tegenhanger van een op fysieke versterving gericht heilstreven, die vormen toch bevestigingen bij uitstek van dit onderdeel van Webers these? En dat onderdeel laat zich toch niet verwerpen op grond van een ander onderdeel dat er niet voor terzake doet en dat ik er dan ook buiten liet?

Dit associatief bestrijden van specifiek geformuleerde uitspraken zie ik ook terug in het bezwaar dat Marcel Sarot maakt tegen mijn aanduiding van ds. Voet en zijn aanhang als ayatollahs. Ik heb het uitdrukkelijk over een 'ayatollah-regime', de vergelijking is dus met het Iran van Khomeini en diens opvolgers, en ik maak haar ter snelle, hedendaagse verheldering van mijn opmerking dat Voet en consorten streefden naar omvorming van Nederland tot een theocratie.⁹⁸ De typering betreft niet de inhoud van Voets religie, maar de aard van zijn politieke ambities.

96 Cohen, *Herscheping* (n. 1) 9; 262-263. Ik heb hier uitvoeriger over gepubliceerd in een artikel 'Inside Newcomen's Fire-Engine, or: The Scientific Revolution and the Rise of the Modern World', *History of Technology* 25 (2004) 111-132.

97 Cohen, *Herscheping* (n. 1) 186.

98 Ibidem 166.

Iets dergelijks geldt voor de uiteenzetting van Marcel Sarot waarom het Christendom bij uitstek geschikt zou zijn geweest voor de beoefening van natuurwetenschap. Het is een abstracte afleiding, die achteraf een stempel van noodzakelijkheid drukt op gebeurtenissen die zich, dat is een kernthema in mijn boek en dat heb ik uitvoerig proberen aannemelijk te maken, onder wat andere omstandigheden ook anders, of zelfs helemaal niet, zouden hebben kunnen voordoen.

En daarmee kom ik op de bijdrage van Jan Hogendijk – zo prettig dat ik hem met dit boek dan toch nog uit zijn tent heb weten te lokken! Hij ziet de boekdrukkunst als noodzakelijke voorwaarde voor de Wetenschappelijke Revolutie, en daarmee het ontbreken ervan als verklaring voor het empirische feit dat die zich in de wereld van de Islam niet heeft voorgedaan. Dat kan me niet overtuigen. Hij heeft natuurlijk gelijk dat de prijs van een handschrift het punt niet is, ik wilde er alleen mee aangeven dat betrekkelijk lage prijzen duiden op een royaal aanbod aan teksten op een markt die kennelijk werkte in het voordeel van de koper. En verder verliepen in Europa juist in de eerste fase van de Wetenschappelijke Revolutie de gebeurtenissen die ik schets niet zo dat die zich in een op handschriften gebaseerde cultuur onmogelijk zouden hebben kunnen voordoen. In die eerste fase bracht de boekdrukkunst voor de natuurkennis (althans voor zover die op de Grieken terugging) wel een forse kwantitatieve verbetering met zich mee, in de zin van versnelde communicatie via nu in mindere mate gecorrumpeerd geraakte teksten, maar voor zover ik zien kan niet iets echt kwalitatief nieuws. Dat werd pas echt anders in de vervolgfase, in de tweede helft van de zeventiende eeuw.

Dan de kwestie van verval van natuurkennis in de Islambeschaving. Ik heb eind jaren tachtig met die notie kennis gemaakt toen ik mij terwille van het ‘niet-Westerse’ hoofdstuk 6 van mijn historiografische boek voor het eerst verdiepte in de inzichten van auteurs over dat onderwerp als Von Grunebaum, Saunders, Sayili en Sabra.⁹⁹ Het viel me op dat weliswaar elk onderzocht auteur repte van verval, maar dit dateerde op een per auteur rijkelijk verschillend tijdstip, variërend van ca. 1050 tot ca. 1500, en dat dat tijdstip niet als het ware onafhankelijk was bepaald, maar in nauwe samenhang stond met de verklaring die elk ervoor in petto had – meer of minder expliciet hanteerde elk er weer een heel andere maatstaf voor.¹⁰⁰ De sterkste redenering leek me die van Sayili. Hij vatte het verval op als het plotseling afgekapt raken van een Gulden Tijdperk dat gekenmerkt wordt door het zich voordoen van een hele constellatie aan creatieve vernieuwers. Het viel me ook op dat geen van deze auteurs inging op de discussie, al langer gaande, over wat mij toch een sterk vergelijkbaar geval leek, namelijk opbloei en verval van natuurkennis bij de oude Grieken. Daar leek eenzelfde maatstaf als die Sayili had ontwikkeld me eveneens van toepassing. Het is toch ook heel opmerkelijk dat na Euclides en Archimedes en Epicurus en Pyrrho en Hipparchus en nog een hele reeks ongewoon creatieve vernieuwers het plotseling, zo halverwege de tweede eeuw v.C. met die vernieuwingen is afgelopen en hun niveau later nog maar door een incidentele enkeling wordt gehaald? Net zo is het toch heel merkwaardig dat, na enkele eeuwen van intensieve uitwisseling en van toeigening en steeds onafhankelijker verrijking van de Griekse natuurkennis het voorlopig hoogtepunt in de vorm van het werk van een al-Biroeni, een Ibn al-Haytham en een Ibn Sina plotseling zonder follow-up blijft?

⁹⁹ Ooit heeft Jan Hogendijk me op de Voorstraat in Utrecht nog aan een introductie bij Sabra geholpen, waar ik hem nog steeds erg dankbaar voor ben.

¹⁰⁰ Cohen, *The Scientific Revolution* (n. 30) paragrafen 6.2. en 6.6.

Langs deze lijnen is vervolgens het conceptuele geraamte tot stand gekomen van mijn hoofdstuk in *How Modern Science Came Into the World* over de manier waarop in de Islambeschaving met het Griekse corpus aan natuurkennis was omgegaan. Naarmate ik vervolgens meer aan de weet kwam over de beoefening van de natuurkennis in met name het Ottomaanse rijk, eeuwen na dat verval van ca. 1050 dus, kreeg ik meer en meer het gevoel dat er in dat hoofdstuk van me toch iets ernstig wrong en, erger nog, bleef wringen. Maar hoe er conceptueel greep op te krijgen? Beslissend was een gesprek met Jamil Ragep, in een Starbucks op het vliegveld van Oklahoma. Weliswaar bevestigde hij dat zo'n plotseling verval als ik aanduidde inderdaad had plaatsgegrepen, maar, zo betoogde hij vol overtuigingskracht, er was heel wat later een herleving op gevolgd, een 'Second Coming' zoals hij het noemde. 'Er is intussen zoveel meer bekend geworden over handschriften die getuigen van een wederopbloei in met name Perzië onder de Mongolen en ook in het Ottomaanse rijk', zei hij ongeveer, 'daar kun je niet aan voorbijgaan.'

Wel, met deze interventie van Jamil Ragep kon ik niet alleen empirisch maar vooral ook begripsmatig verder. Ik herinnerde me dat Geoffrey Lloyd bezwaar had gemaakt tegen datering van het verval van de Griekse natuurkennis in die tweede eeuw vóór Christus, op grond van de overweging dat er na die eeuwenlange inzinking toch nog geleerden van het niveau van een Ptolemaeus en een Diophantus op waren gevolgd. En nu begonnen de dingen op hun plaats te vallen: er is dus kennelijk een gemeenschappelijk patroon, van een Gulden Tijdperk gevolgd door steil verval, maar wel met incidentele nabloeiers. Alleen neemt die incidentele nabloei in de Islambeschaving een vaster en meer geïnstitutionaliseerd karakter aan van lokale herleving, als gevolg met name van een veelheid aan vorstenhoven die om uiteenlopende redenen genegen zijn de beoefening van de Griekse natuurkennis, hetzij de wiskundige hetzij de natuurfilosofische, onmisbare ondersteuning te bieden. En die herleving houdt in dat inzichten en vernieuwingen die eerst waren ontwikkeld in het Gulden Tijdperk opnieuw worden opgepakt. Alleen, vernieuwing neemt nu de vorm aan van commentaren op werk van eeuwen eerder. De oorspronkelijke golf van geestdriftige herontdekking van het Griekse denken en de doorgaande verrijking ervan, het soort impuls dus waar een revolutionaire transformatie uit kan voortkomen, die is intussen verloren gegaan.

In *How Modern Science Came Into The World* heb ik dit alles veel uitvoeriger uitgewerkt, met de empirische ondersteuning erbij, die ik halen moest uit een veelheid aan encyclopedieën en meer specialistische verhandelingen, want een overzichtelijk werkje 'A History of Nature-Knowledge in Islamic Civilization' bestaat helaas nog altijd niet. In de *Herscheping* staan mijn gevolgtrekkingen beknopter, misschien al te beknopt, weergegeven – Jan gaat er althans niet op in. In dit verband doet ook terzake hoe opgetogen ik was toen, anders dan eerder met die tenslotte zo productief uitgekakte, gedeeltelijke *weerlegging* door Jamil Ragep, ik op een ongezochte maar wel complete empirische *bevestiging* van mijn nu herziene patroon stuitte toen ik in de *Dictionary of Scientific Biography* Sabra's lemma over Ibn al-Haytham nog eens overlas, en daar het volgende zag staan:

It is remarkable that in the Islamic world the *Optics* practically disappeared from view soon after its appearance in the eleventh century until, in the beginning of the fourteenth century, the Persian scholar Kamal al-Din composed his great critical commentary on it ...¹⁰¹

Jan Hogendijk rept niet van dit voor mij juist zo significante maar liefst drie eeuwen lang uit zicht verdwijnen. Wel vermeldt hij dat Kamal al-Din's leermeester zich een ongeluk moest

101 C.C. Gillispie (ed.), *Dictionary of Scientific Biography* (New York 1970–1980) vol. 6, 196.

zoeken vóór hij een handschrift te pakken had. Mij lijkt dat dit nagenoeg ontbreken van copieën niet kan dienen als zelfstandige *verklaring*, maar juist een *symptoom* vormt van dat door Jan Hogendijk niet erkende verval rond 1050 – de nagenoeg complete afwezigheid van copieën markeert dan het plotseling wegvallen van de belangstelling voor dit soort werk, als gevolg van gebeurtenissen die ik, in het voetspoor ditmaal van de Arabist Saunders, in de *Herschepping* eveneens heb aangeduid.

Het spannendst van Jan Hogendijks drietal bezwaren vind ik intussen datgene dat voortvloeit uit zijn volkomen terecht gemaakte onderscheid tussen twee historische stappen: ‘van geocentrisch naar heliocentrisch (door Copernicus), en van cirkels naar ellipsen (door Kepler)’. Dus, redeneert hij, een veronderstelde ‘al-Kepler’ is niet denkbaar zonder een voorafgaande ‘al-Copernicus’. Dit slaat op mijn betoog in de *Herschepping* dat althans één onderdeel van de Wetenschappelijke Revolutie, namelijk de revolutionaire transformatie die in de wiskundige natuurkennis plaatsvond, zich eventueel ook in de Islambeschaving zou hebben kunnen voordoen. Daar probeer ik eerst aannemelijk te maken dat het denkproces waarlangs Galilei tot zijn nieuwe conceptie van beweging is gekomen zich in het geval van een Islamitische pendant ongetwijfeld op een weliswaar vergelijkbare, maar toch in veel details andere manier en in een andere volgorde zou hebben voltrokken, en zich eventueel zelfs over meerdere personen had kunnen uitstrekken – er is geen noodzaak dat het elders op dezelfde manier zou zijn gebeurd. Jan Hogendijk heeft zeker gelijk dat een dergelijke hypothetische constructie voor het geval-Kepler een stuk lastiger uitpakt, en ik heb er dan ook lange tijd enigszins mee in mijn maag gezeten. Lectuur van James Voelkels hoofdstuk over de briefwisseling tussen Kepler en David Fabricius heeft me op de oplossing gebracht, die ik in de *Herschepping* in een bijzinnetje heb afgedaan, maar waarover ik in *How Modern Science Came Into The World* het volgende heb opgeschreven:

A similar point may be made for Kepler’s first law, of the elliptical shape of planetary trajectories. It is true that even for Mars, the planet with the most eccentric trajectory, the ellipse’s deviation from circularity is so tiny as to be negligible for any accuracy of measurement attained prior to Tycho. But take the case of David Fabricius. Once an assistant to Tycho, during Kepler’s first years of discovery he served Kepler as far and away his most knowledgeable correspondent. Informed of Kepler’s ellipse, he rejected it out of hand as an outrageous trespassing of received ideas. But he quickly changed his mind, and went ahead to adopt the ellipse after all, yet in a manner that Kepler found so repulsive (in that it seemed to make his own ‘physical’ reasoning superfluous) as quickly to break off their exchanges for good. In deriving for Kepler’s hoped-for benefit the elliptical orbit from epicycles on uniformly moving deferents, Fabricius succeeded, not of course in persuading Kepler to desist from his ‘celestial physics’, but rather in demonstrating that the elliptical shape of planetary orbits is not necessarily bound up with Kepler’s celestial arrangement. As Kepler found to his horror, it is compatible after all with the full panoply of Ptolemy’s planetary equipment, its geocentric setup included. Fabricius’ construction, then, of elliptical planetary orbits in a Ptolemaean frame opens up an alternative scenario that is not historically impossible. Just conceivably, the Golden Age of Islamic nature-knowledge might have yielded a practitioner of mathematical science ready to resolve apparent trouble arising from fancy combinations of circular orbits by positing (out of the blue, rather than along Kepler’s carefully reasoned route) their elliptical shape. Centuries down the line the suggestion might then have yielded for newly founded Maragha Observatory a program of systematic observation designed to confirm or reject that inspired hunch of the hypothetical man to cap its venerated Golden Age.

So much for historical speculation, undertaken here as elsewhere on basis of the solid fact that in mathematical science Islamic civilization and Renaissance Europe were, as it were, stepbrothers, descending both from the classic, Alexandrian tradition and enriching it in overall quite comparable manner ...¹⁰²

En zo komen we vanzelf terecht bij het onderscheid Alexandrië/Athene waar met name Christoph Lüthy en Eric Schliesser over zijn gevallen. Ik hanteer dat onderscheid niet in absolute zin, allicht zijn er raakpunten en zelfs overlappingsen geweest, zoals met name het vanzelfsprekende uitgangspunt van een in het middelpunt van het heelal stilstaande Aarde. Toch valt keer op keer in de geschiedenis, tot het midden van de zeventiende eeuw toe, een vrijwel compleet gescheiden optrekken te constateren van de wiskundigen en de natuurfilosofen; interactie tussen hun bezigheden, laat staan hun bevindingen, is er nauwelijks. Voor Ptolemaeus is natuurfilosofie alleen maar 'giswerk', en hij gaat er heel opportunistisch mee om, incidenteel roept hij losse beweringen uit de natuurfilosofische hoek te hulp in gevallen waarin hij zijn wiskundige argumentatie niet helemaal sluitend krijgt. In Boek I van Copernicus' *De Revolutionibus* gaat het net zo toe. Al-Biroeni is extremer nog, die verwerpt zelfs Ptolemaeus' hap-snap gebruik van filosofische argumenten. Niet voor niets leven tot begin zeventiende eeuw aan toe de volstrekt onverenigbare visies van Aristoteles en Archimedes op zwaar en licht vreedzaam en ongestoord naast elkaar voort — pas wanneer in 1611 Galilei met een realistisch versterkte interpretatie van Archimedes' leer van het soortelijk gewicht aan komt zetten, en daarmee terrein gaat bestrijken dat de natuurfilosofen traditioneel als het hunne beschouwen, komt die onverenigbaarheid na zo'n twintig eeuwen aan het daglicht.¹⁰³

Intussen vindt Eric Schliesser het symptomatisch dat in de *Herscheping* Eratosthenes niet voorkomt. Dat duidt erop, stelt hij, dat ik geen oog heb voor het meten als een historisch *autonome* praktijk. Hij heeft gelijk dat Eratosthenes' meting van de omtrek van de Aarde niet had mogen ontbreken. Toch zeg ik wel iets over meting. Mijns inziens begint die als geregelde praktijk omstreeks 1660 te verschijnen, namelijk wanneer voor het eerst aspecten van twee eerder grotendeels gescheiden vormen van natuurkennis, de wiskundig-experimentele en de opsporend-experimentele, nauw op elkaar betrokken raken. In de *Herscheping* doe ik dit wel erg kort af;¹⁰⁴ in *How Modern Science Came Into The World* zeg ik er in een samenvattende passage het volgende over:

With 'Alexandria' as also, at first, with 'Alexandria-plus', the expression of mathematical relations (equality, proportionality, congruence, ...) was predominant and quantities figured but little. For instance, Galileo went to great pains to establish the relations that obtain between parameters in vertical descent, but spent just a few perfunctory paragraphs on the actual rate of acceleration. Scholars reared in mixed mathematics like Riccioli or Mersenne quickly seized upon what they regarded as Galileo's omission, and spent vast amounts of measurement on finding out. In so doing they prefigured the prominence that efforts at measurement attained from the 1660s onward.

102 Cohen, *Herscheping* (n. 1) 126; James R. Voelkel, *The Composition of Kepler's Astronomia Nova* (Princeton 2001) hoofdstuk 8.

103 Cohen, *Herscheping* (n. 1) 31; 79; 91; 154. Ik merk ook nog even op dat ik Plato's Timaeus, waarin de wiskunde een heel andere rol vervult dan bij de 'Alexandrijnen', dan ook zonder meer tot de 'Atheense' vorm van natuurkennis reken: het lijstje van contrasten dat ik op de pagina's 27-28 opstel, geeft daar alle aanleiding toe. Over de kwestie of Plato's visie op en omgang met de wiskunde nu echt zo'n bron van inspiratie is geweest voor de latere opbloei van de wiskundige vorm van natuurkennis in en om Alexandrië heb ik trouwens bij enkele deskundige classici navraag gedaan. Die blijken daar verre van eensgezind over te denken, ondubbelzinnig bewijsmateriaal lijkt er niet te zijn.

104 Cohen, *Herscheping* (n. 1) 227.

Leading in the effort were, of course, the astronomers. Alone among the five distinct branches of 'Alexandrian' mathematical science, planetary theory had given occasion for measuring more than an incidental feat like Eratosthenes' determination of the Earth's circumference. Here alone, mathematical relations could not be drawn from the scantiest of quantitative data acquired through observation the way this could be done with light rays or levers or floating bodies or musical intervals. Mathematical relations in astronomy were in need of quantitative data acquired through observation to be fed back into them if the model built upon them was to have any predictive value at all. In the ongoing construction and revision of mathematical relations (epicycles, eccentrics, equants) fit to accommodate observational data, Ptolemy and his Arabic and Renaissance-European successors, Copernicus included, gave primacy to the former over the latter. This remained so until Tycho Brahe came along. He for the first time did not place the mathematical relations at the center of attention, but the empirical job of collecting data of the highest possible accuracy. Truly intensive cross-over between mathematical relations and measured quantities began to take place when, in the early 1660s, the invention of cross-hairs enabled the telescope itself to cross over from mathematical science (with Galileo and then Huygens as the chief practitioners of telescopic observation) to that particular variety of fact-finding experimental science where not experiment but measurement provided the pathway toward facts of the highest attainable accuracy (which is when Cassini, Hevelius, Flamsteed took over).

By that time, the 1660s, mathematics-inspired measurement also came into its own in other empiricist branches of scholarship. For instance, the possible resolution of the problem of longitude appeared to be affected by measurements like Richer's on the inconstant length of the seconds pendulum, and alchemy was pulled by Starkey and Newton out of its recipe-like procedures to unprecedented levels of quantitative precision. An awareness of the capacity of mathematical science to elucidate natural phenomena even informed the way in which the first two quantitative laws came into being, Mersenne's on pitch and Boyle's on air pressure. These were laws where not a mathematical relation posited *a priori*, but careful measurement of variables experimentally found to be pertinent led to the discovery. Here the breakdown of barriers between modes of nature-knowledge enabled fact-finding experimentation, upon passing over a bridge of measurement as it were, to shade into the finding of quantitative law.

Over Huygens' werk aan de slinger staat intussen in de *Herschepping* toch ook wel iets. De passage die Eric Schliesser aanhaalt betreft de voornaamste vier typen instrumenten die het opsporend-experimenteel onderzoek ondersteunden. Hij legt niet het verband met mijn behandeling, elders in het boek, van de twee belangrijkste *mathematische* instrumenten, de telescoop in haar eerste fase maar vooral ook de slinger, het eraan gekoppelde uurwerk, en de metingen en theorievorming die er met name dankzij Huygens door mogelijk werden gemaakt.¹⁰⁵

Nu nog de traditionele 'koningin der wetenschappen', de theologie. Laat ik eerst de indruk rechtzetten die ik klaarblijkelijk heb gewekt dat in de Islam niet-letterlijke lezing van het Heilig Boek volgens mij niet tot de mogelijkheden zou behoren. Mijn punt is alleen dat daar geen algemeen geaccepteerde theologische doctrine voor klaarlag, zoals wel in het Christendom met Augustinus' accommodatieleer, waar zo uiteenlopende figuren als Calvin (Marcel Sarot wijst er terecht op),¹⁰⁶ maar ook Galilei en diens tegenstrever Bellarmine naar verwezen of zich zelfs op beriepen.

¹⁰⁵ Ibidem 198-199.

¹⁰⁶ Zoals hij ook terecht erop wijst dat ik op p. 168 van de *Herschepping* de transsubstantie-leer onjuist heb weergegeven; die slordigheid heb ik inmiddels rechtgezet in de paperback-editie (zesde druk).

Tot slot de oorlogsmetafoor, waar Herman Philipse zo'n strak samenhangend en conceptueel helder onderscheidend betoog over heeft opgeschreven. Veel erin kan ik onderschrijven, en toch ... Laat ik me maar beperken tot enkele kritische kanttekeningen. Hoewel ik me als ongelovige meer thuis voel bij zijn betoog dan bij dat van Marcel Sarot, voel ik toch meer met de laatste mee wanneer de eerste statistisch onderzoek op het tapijt brengt naar wat sinds Francis Galton 'The Efficacy of Prayer' heet. Ik twijfel geen moment aan de conclusie dat bidden het verhoopte resultaat aantoonbaar niet dichterbij brengt, maar toch hebben we in zo'n geval, lijkt me, met onvergelykbare grootheden van doen, net als met Dawkins' naar mijn gevoel absurde woordcombinatie 'the God hypothesis'. Onderzoek van dit type, hoewel best even grappig, treft me als enerzijds triviaal waar maar tegelijkertijd vooral als slaand als de spreekwoordelijke tang op een varken. Het tast hooguit de Goedheiligman-conceptie van de godheid aan, maar niet meer volwassen vormen van religiositeit.¹⁰⁷ Moeite blijf ik ook houden met een natuurwetenschappelijke reductie van het menselijk geweten tot louter product van opvoeding of evolutie. Te vaak is met name de evolutieleer aangewend als ondersteuning voor allerlei, soms onderling compleet tegenstrijdige opvattingen op ver ervan verwijderde terreinen, zoals Casper Hakfoort indertijd in een indrukwekkend historisch overzicht heeft laten zien.¹⁰⁸

Belangrijker in het kader van dit discussiedossier is intussen de historische verhouding tussen natuurwetenschap en religie. In de *Herscheping* heb ik mijn best gedaan dit klassieke duo niet als een vast koppel op te laten treden, waarbij dus òf harmonie òf oorlog geacht wordt te prevaleren. Ik beoogde de diverse gevallen van verknoping van natuurkennis en wereldbeschouwelijke aangelegenheden elk op zichzelf te bekijken, steeds naar de eigen mérites van het onderhavige geval. Herman Philipse maakt hier een terzake doend onderscheid – historici mogen zich van hem in die wisselende verhouding verdiepen en best aan komen dragen met een subjectieve voorkeur van menig belangrijk natuurwetenschapper voor een godsdienstige stellingname, maar toch doet dat voor hem aan de geldigheid van de oorlogsmetafoor op 'propositioneel en kennistheoretisch niveau' niet af.

107 Of ikzelf al dan niet denk dat er uiteindelijk een restant aan houdbare religiositeit overblijft? wil Herman Philipse van me weten. Ik wil die handschoen best even opnemen, maar alleen per noot, in woorden die anderen veel beter dan ikzelf hebben weten te vinden. Herkenning heb ik gevonden bij drie passages in het bijzonder: (1) *Johan Huizinga*: 'Ja, ik sta zeer beslist op het metafysische standpunt ... eigenlijk zo lang als ik mij herinneren kan. Zulke beseffen bestaan veel eerder dan men ze voor zich zelf ook maar enigszins formuleert. Trouwens dat doe ik nog ternauwernood. Een sterk metafysisch instinct, dat is het; een besef, dat het met deze wereld niet bekeken is (ik denk hier niet aan onsterfelijkheidsvoorstellingen), dat er vlak achter alles wat wij waarnemen en beleven nog iets anders zit, dat elk oogenblik in een vleug muziek of avondlucht of wat ook even half-bewust kan worden, en dat de zin der dingen is'. (Huizinga aan zijn neef Menno ter Braak op 22-1-1939, *Briefwisseling III* (Utrecht 1991) 274). (2) *Václav Havel*: '[Politics is] a responsibility that is what it is – a 'higher' responsibility – only because it has a metaphysical grounding: that is, it grows out of a conscious or subconscious certainty that our death ends nothing, because everything is forever being recorded and evaluated somewhere else, somewhere 'above us', in what I have called 'the memory of Being' – an integral aspect of the secret order of the cosmos, of nature, and of life, which believers call God and to whose judgement everything is subject. Genuine conscience and genuine responsibility are always, in the end, explicable only as an expression of the silent assumption that we are observed 'from above', that everything is visible, nothing is forgotten, and so earthly time has no power to wipe away the sharp disappointments of earthly failure: our spirit knows that it is not the only entity aware of these failures'. (Václav Havel, *Summer Meditations* (Londen 1992) 6). (3) *Iris Murdoch*: 'Morality and demythologized religion are concerned with what is absolute, with unconditioned structure, with what cannot be 'thought away' out of human life, what Plato expressed in the concept of the Form of the Good, and Kant in the Categorical Imperative. What is in question here is something unique, of which the traditional idea of God was an image or metaphor and to which it has certainly been an effective pointer'. (Iris Murdoch, *Metaphysics as a Guide to Morals* (Londen 1993) 412).

108 Casper Hakfoort, 'The Historiography of Scientism. A Critical Review', *History of Science* 33 (1995) 375-395.

Het lijkt me dat hij zo toch iets te eenvoudig omspringt met wat historici feitelijk zoal doen. Zo ben ik, zonder enige bijzondere sympathie voor het Protestantisme of voor welke specifieke denominatie dan ook, meer en meer overtuigd geraakt van een substantieel deel van Max Webers inzichten, met name van die ‘innerweltliche Askese’ die hij als uniek zag voor de Westerse ontwikkeling. Mede daardoor geleid, heb ik proberen aan te tonen dat juist het maar op het nippertje standhouden van wat het drietal revolutionaire transformaties van de eerste helft van de zeventiende eeuw aan nieuwe inzichten en wereldbeschouwelijke conflictstof had opgeleverd, te danken is geweest aan de verbinding die vervolgens in de Baconiaanse Ideologie is gelegd tussen die uniek-extraverte kant van het westers Christendom en al dát experimentele onderzoek dat economisch productief leek te kunnen worden gemaakt. Ik zie niet hoe deze effectieve reddingsactie uit de tweede helft van de zeventiende eeuw zich ook maar bij mogelijkheid laat verenigen met de gedachte die Herman Philipse zo welsprekend heeft verdedigd. De gedachte namelijk dat de verhouding door de eeuwen heen tussen natuurwetenschap en godsdienst uiteindelijk, en onder zijn licht knarsetandende erkenning van het af en toe vóórkomen van godsdienstige natuurwetenschappers,¹⁰⁹ toch wel degelijk kan worden gekarakteriseerd als één van oorlog. En zo ben ik geneigd toch maar aan mijn stellingname op het slot van de *Herschepping* vast te houden: geen oorlog, ook geen harmonie, maar een ononderbroken terugtocht, al betwijfel ik of dat een terugtocht is naar een nulpunt en al vermoed ik dat er een minimum aan houdbare religiositeit overblijft. Met die vraag zijn we intussen ver voorbij het gebruikelijke aandachtsveld gekomen van dit tijdschrift, waarvan ik de redactie graag dank zeg voor de gelegenheid ons geboden om die feestelijke 4^e april 2008 nog eens dunnetjes en nu op papier over te doen.

109 De tanden van Richard Dawkins knarsen overigens nog veel hoorbaarder. Neem diens verrukkelijke zinsnede ‘Newton did indeed claim to be religious’ (Richard Dawkins, *The God Delusion* (Londen 2006) 124). Newton besprak tot in de *Principia* God en Diens eigenschappen; in de heftigste termen verwierp hij Descartes’ leer van deeltjes in beweging zodra hij tot de overtuiging was gekomen dat die tot atheïsme leidde; hij schreef in de loop van zijn leven het ene theologische traktaat na het andere, en riskeerde al vroeg zijn hele loopbaan voor een theologisch geschilpunt (de Drie-eenheid) dat hem hoog zat; maar voor Dawkins maakt dat allemaal niet uit: Newton pretendeerde alleen maar religieus te zijn, in het echt kon hij dat natuurlijk per definitie niet wezen. De nuchtere, strikt rationele, vanzelfsprekend alles empirisch toetsende natuurwetenschapper ten voeten uit!