

Le Monde

De wereld van Descartes

Julia Ploum

3278425

j.u.ploum@students.uu.nl

H. F. Cohen, Universiteit Utrecht

Onderzoeksseminar III De Wetenschappelijke Revolutie 2011 - 2012

Inhoud

Inleiding	3
1 Le Monde	
Bewegende deeltjes en de wetten die hun beweging bepalen	5
Op het niveau van de verschijnselen	13
Godsbeeld	20
Filosofie of wiskunde	29
Besluit	37
2 Wetenschap in de wereld	40
3 Over geschiedschrijving	44
Literatuur	47

Inleiding

Wiskundigen en filosofen willen met zo min mogelijk aannames zo veel mogelijk kennis bereiken. Hun methodes zijn echter volledig verschillend. Wiskundigen baseren zich op getallen en formules en kunnen hun conclusies controleren door ze opnieuw te berekenen. Filosofen hebben die mogelijkheid niet. Zij trachten tot kennis te komen door logisch na te denken en kunnen enkel vertrouwen op hun redenerend vermogen. Wiskunde en filosofie lijken dus twee onverenigbare kennisgebieden. Is dat ook zo?

In de vroegmoderne tijd was er een geleerde die een poging deed om beide methodes te bundelen in één wereldbeeld. Hij wilde de systematische aanpak van de wiskunde gebruiken om de filosofische metafysica te hervormen. Hij hoopte dat hij de wiskundige methode kon inzetten om een heel wereldbeeld uit te denken. Deze geleerde was René Descartes en het resultaat van zijn poging heeft hij beschreven in *Le Monde*. Mijn vraag is: is *Le Monde* een filosofisch of wiskundig wereldbeeld?

Le Monde leest als het verslag van een dappere en haperende poging om vanuit slechts drie principes de gehele kosmos te verklaren. Descartes neemt de lezer mee naar een nieuwe wereld waarin hij alles overzichtelijk wil laten lijken maar die soms ook tegenstrijdig en verwarrend is. De bochten waarin Descartes zich wringt om zijn theorie te laten kloppen zijn aandoenlijk maar wijzen tegelijkertijd op een gebrek aan berekende bewijzen. Descartes houdt echter vast aan zijn overtuiging: door helder redeneren is de waarheid bereikbaar.

Ik bespreek Descartes' leer in vier delen: zijn bewegende deeltjes en natuurwetten, de uitwerking van zijn principes en de gevolgen daarvan, de plaats van God in zijn wereld en de filosofische elementen in *Le Monde*. Daarna besluit ik of zijn wereldbeeld filosofisch of wiskundig is en in hoeverre

de interpretatie van de historici Floris Cohen, Rienk Vermij, John Henry en James McClellan en Harold Dorn daarbij aansluit. De historici verschillen namelijk van mening over de betekenis van Descartes en zijn ideeën voor de Wetenschappelijke Revolutie.

Descartes en zijn wereldbeeld zijn niet de enige onderwerpen waarover de historici van mening verschillen. Uit de boeken blijken vier uiteenlopende visies over het ontstaan van de moderne natuurwetenschap. Deze verscheidenheid aan zienswijzen die kenmerkend is voor de geschiedschrijving vormt het onderwerp voor twee beschouwingen die volgen na de bespreking van *Le Monde*.

Bewegende deeltjes en de wetten die hun beweging bepalen

Laat ons eerst kijken naar de basis van Descartes' wereld. Hij begint in *Le Monde* met het aanbrengen van een onderscheid tussen onze ervaring en de werkelijke wereld. Onze zintuiglijke beleving van de omgeving is namelijk onvoldoende om de processen in de natuur te doorgronden. Wat wij zien en voelen vertelt niet hoe het er werkelijk aan toe gaat. Wat wij zien als de kleur van een bloem of voelen als de structuur van een steen, is geen eigenschap van die bloem of steen zelf. Onze indrukken vertellen ons wat over onze ervaring, maar niet per se iets over de dingen zelf. In het eerste hoofdstuk wil Descartes ons dus laten twijfelen aan onze ervaring om zijn alternatieve model van de wereld overtuigender te doen lijken.

Hoe ziet dat model van de wereld van Descartes er uit?

De werkelijke wereld bestaat uit onzichtbare deeltjes in beweging. Alles om ons heen is daaruit opgebouwd. De deeltjes verschillen alleen van elkaar wat betreft grootte en snelheid. De rijkdom aan verscheidenheid die we in de natuur tegenkomen, kan volgens Descartes worden teruggebracht tot variaties in de grootte en snelheid van die bewegende deeltjes. De zee en het bos, het vuur en de sneeuw, het is allemaal materie: een mengsel van elementen in een bepaalde beweging.

Hoewel Descartes zijn inspiratiebronnen ongenoemd laat, blijkt uit zijn eerste hoofdstuk al de verwantschap die zijn deeltjesmodel heeft met de klassieke atoomleer.¹ Cohen benadrukt de voortzetting van die atoomleer in het deeltjesmodel van Descartes. Ook McClellan en Dorn stellen dat met de leer

¹ Descartes, 38. Hij duidt de kleine lichamen die zichtbaar zijn in het zonlicht aan met 'atomen', maar verbindt deze term niet aan zijn eigen ideeën over de deeltjes.

van Descartes theorieën uit de Oudheid over atomen, materie en lichamen terugkeerden.² De antieke atoomleer van Epicurus is gebaseerd op onzichtbare processen die zich afspelen op een dieper niveau dan wij kunnen waarnemen. Het bestaan van een onderscheid tussen het waarneembare uiterlijk en de onderliggende structuur van de dingen is een onmisbare aanname voor de atomisten. De herleving van de atoomleer vond volgens Cohen dan ook steun in de telescoop en microscoop, die de beperkingen van onze ervaring aantoonde.³ Descartes' oproep aan de lezer om te twijfelen aan de beleving van zijn of haar omgeving functioneert dus als een introductie in de klassieke atoomleer. De deeltjes van Descartes komen grotendeels overeen met de atomen van Epicurus, met een belangrijk verschil: de materiedeeltjes van Epicurus bewegen in een lege ruimte, terwijl Descartes het bestaan van een vacuüm ontkent.

Descartes neemt met die overtuiging niet alleen afstand van Epicurus maar ook van zijn tijdgenoten Isaac Beeckman en Pierre Gassendi. Descartes ziet de ruimte namelijk als totaal opgevuld met deeltjes. Verder is er niets. Dit heeft ingrijpende gevolgen. Iedere beweging is daarom een plaatsverwisseling. Wanneer één deeltje zich wil verplaatsen, moet een ander deeltje zich dus ook verplaatsen. Omdat er geen leegte kan bestaan, kan de beweging van een reeks deeltjes geen begin of einde hebben. Uit de noodzakelijke eindeloosheid van de beweging volgt volgens Descartes dat die beweging cirkelvormig moet zijn. Een deeltje zou zonder weerstand van andere deeltjes een rechte beweging voortzetten, maar wordt door de aanwezigheid van deeltjes eromheen gedwongen tot een cirkelvormige beweging.

² McClellan & Dorn, 269.

³ Cohen, 204 – 205.

Het model van deeltjes-in-beweging vormt de basis voor het wereldbeeld van Descartes. Vanuit dat principe verklaart hij het universum en alles wat zich daarin voltrekt. Het geheel aan verscheidenheid dat er bestaat in de wereld brengt Descartes terug tot een verschil in de grootte en de snelheid van bewegende deeltjes. Er is geen wezenlijk verschil tussen een grijze, pluizige schapenvacht en een glanzende, gouden ring. Beide bestaan immers uit deeltjes in beweging. Descartes keert zich dus tegen het toewijzen van kwaliteiten aan verschillende soorten materie. Waarneembare verschillen in temperatuur of kleur zijn dus geen kenmerken van materie zelf, maar gevolgen van de ruimtelijke eigenschappen van de deeltjes.

Het enige onderscheid in materie dat Descartes aanbrengt is relatief. Er bestaan volgens hem grotere en kleinere deeltjes, die sneller en langzamer bewegen. Materie die bestaat uit sneller bewegende deeltjes is vloeibaar, langzamer bewegende deeltjes vormen vaste materie. Descartes brengt de deeltjes onder in drie categorieën: de kleinste en snelste deeltjes bij vuur, de grootste en langzaamste deeltjes bij aarde en de deeltjes die qua omvang en snelheid een middenpositie innemen zijn luchtdeeltjes. De deeltjes kennen geen vaste plaats in deze indeling: bij welke soort een deeltje hoort is volledig afhankelijk van de snelheid en grootte. Omdat snelheid en grootte veranderlijk zijn, kan een deeltje dus ook van categorie wisselen. Vermij en Cohen vergelijken het deeltjesmodel van Descartes met de leer van Aristoteles en merken op dat Aristoteles' scheiding tussen de ondermaanse en bovenmaanse materie door Descartes werd opgeheven.⁴ Het enige verschil in materie is immers de snelheid en de grootte van de deeltjes.

Maar Descartes maakt wel een ander onderscheid. Hij voegt toe dat wij op de schors van onze planeet geen zuivere lucht-, vuur- of aardedeeltjes vinden

⁴ Vermij, 78.

maar enkel gemengde materie. De elementen in ongemengde vorm zijn elders te vinden, blijkt uit zijn opbouw van het universum. De vuurdeeltjes verzamelen zich rond het middelpunt en vormen een ster, daaromheen zit lucht en in de buitenste banen van de enorme cirkel die onze hemel vormt, bevinden zich de planeten en kometen. Maar, benadrukt Descartes, deze indeling van de ruimte wordt niet veroorzaakt doordat deeltjes een voor hen bestemde plaats opzoeken. Hij zet zich dus opnieuw af tegen Aristoteles, stelt Vermij, die meerdere elementen onderscheidt met elk een bepaalde neiging.⁵ Materie wil niets, volgens Descartes: het is passief. De beweging ervan wordt bepaald door natuurwetten, niet door het verlangen van de deeltjes.

Deeltjes in beweging zijn verantwoordelijk voor het ontstaan van de huidige ordening van het universum. Maar ze verklaren ook alle verandering in de wereld om ons heen. Alle werking in de natuur is het gevolg van bewegende materie, die bestaat uit een mengsel van de drie door Descartes onderscheiden elementen. Bewegende deeltjes vormen Descartes' antwoord op de vraag van de presocraat Parmenides hoe verandering verklaard kon worden. Vermij benadrukt dat Descartes hiermee weer een idee van Aristoteles bestrijdt, namelijk de doelgerichtheid van de natuur.⁶ Aristoteles ziet verandering als het actueel worden van een verborgen potentieel. Zulke kwaliteiten wil Descartes niet toewijzen aan materie. Een knop groeit niet uit tot een tak omdat dat het doel is; materie heeft geen doel. De ontwikkeling van rups tot vlinder vindt niet plaats omdat de rups graag de mogelijkheid wil benutten die besloten ligt in haar lichaam. Voor Descartes zijn beide processen, net als alle andere processen, het gevolg van bewegende deeltjes.

⁵ Vermij, 78.

⁶ Idem.

Descartes ziet materie als deeltjes en verandering als beweging van die deeltjes. Deze organisatie heeft een demystificatie van de natuur als gevolg. De processen in de natuur worden niet veroorzaakt door een geheime kracht of verborgen sympathie maar door principes die wij kunnen kennen. Descartes' optimisme over de mogelijkheid tot het bereiken van kennis over de natuur wordt erkend door McClellan en Dorn. Zij noemen Descartes samen met Bacon voorstander van grondig onderzoek van de natuur. De mens moet inzicht krijgen in de werking van de wereld, zodat hij de natuur kan beheersen. Kennis is nuttig; het kan gebruikt worden om de mens te helpen en de maatschappij te verbeteren. Ook Cohen bespreekt het groeiende geloof in de macht van kennis in de tijd van Descartes, maar hij spreekt van een Baconiaanse Ideologie die zich beperkte tot Engeland en laat Descartes er buiten. McClellan en Dorn betrekken Descartes wel bij de opkomst van dit idee. Zij beschouwen deze nieuwe waardering van natuurkennis daarnaast als oorzaak voor het verdwijnen van de ongelijkheid in status van filosofie en theologie.⁷

Descartes is ervan overtuigd dat er achter het waarneembare uiterlijk van de dingen een onzichtbare structuur aanwezig is. Tegelijkertijd probeert hij ook het mysterieuze van zo'n niet waar te nemen werkelijkheid te omzeilen, door de structuur terug te leiden tot deeltjes die bewegen. Dat maakt dat die onderliggende organisatie geen raadsel is, maar een systeem dat wij ons gemakkelijk kunnen voorstellen. McClellan en Dorn plaatsen dit streven van Descartes in een tendens naar meer open systemen van kennis en een afname van magische ideeën. Deze ontwikkeling werd volgens McClellan en Dorn gestimuleerd door vorsten, die de voorkeur gaven aan een wereldbeeld zonder onverklaarbare en onvoorspelbare krachten.⁸

⁷ Cohen 184 – 187; McClellan & Dorn, 246 – 247.

⁸ McClellan & Dorn, 269 – 270.

In Descartes' model zijn die bewegingen inderdaad verklaarbaar en voorspelbaar. Hij stelt namelijk drie wetten op die beschrijven hoe deeltjes bewegen. Deze wetten worden gekenmerkt door universaliteit: ze zijn volgens Descartes overal en altijd geldig. Zijn eerste wet luidt dat een deeltje een toestand voortzet tenzij dat deeltje wordt gedwongen van toestand te veranderen. De tweede wet stelt dat de totale hoeveelheid beweging altijd gelijk blijft. Wanneer een deeltje sneller gaat bewegen, moet dat dus veroorzaakt zijn door de overdracht van beweging door een ander deeltje, dat langzamer gaat bewegen. De derde wet beschrijft de beweging van een deeltje zonder en met de invloed van weerstand van andere deeltjes. Een deeltje zou zich zonder weerstand in een rechte lijn bewegen. Uit Descartes' eerste wet volgt immers dat wanneer een deeltje in beweging is, het die beweging zal doorzetten. De precieze voortzetting van een beweging is altijd een rechte lijn. In een cirkelvormige beweging is elke volgende beweging juist een afwijking, naar links of naar rechts, naar boven of beneden, ten opzichte van de vorige beweging. Dat deeltjes in werkelijkheid in cirkels bewegen, wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van omringende deeltjes.

Het lijkt me bevorderlijk voor de overzichtelijkheid om per onderdeel te evalueren hoe de historici Descartes' leer beschrijven. Daarom volgt nu antwoord op de vraag: hoe zien de auteurs Descartes' principe van deeltjes-in-beweging en zijn drie natuurwetten?

Cohen verbindt de deeltjestheorie van Descartes met filosofische ideeën uit de Oudheid. Hij wil hiermee benadrukken dat Descartes' wereldbeeld in de natuurfilosofische traditie thuishoort. Vermij laat de klassieke atoomleer ongenoemd en richt zich op de verschillen tussen Descartes en Aristoteles.

Descartes' afwijzing van de wezenlijk verschillende elementen, de wil van materie en van de doelgerichtheid in de natuur onderscheiden zijn leer van voorgangers, meent Vermij. Hij vindt verder dat Descartes' natuurwetten de beweging van deeltjes als strikte oorzaak-gevolgreacties beschrijven en noemt het inzicht dat alle werking in de natuur causaal verloopt een belangrijke vernieuwing. Dat idee van vaststaande regels volgens welke de natuur zich gedraagt, schrijft Vermij toe aan Descartes. Eerdere geleerden hielden zich ook wel met de deeltjesleer bezig, erkent Vermij, maar geen één zo grondig als Descartes. Deze nieuwe opvatting van beweging als beschreven door natuurwetten en de toepassing ervan in een alomvattend systeem markeert voor Vermij het begin van een nieuwe periode: de mechanische natuurwetenschap.⁹

Cohen vindt de ideeën van Descartes minder vernieuwend. Hij deelt de waardering van Vermij voor de stelselmatigheid waarmee Descartes zijn wereld opbouwde en geeft toe dat hij het begrip 'natuurwetten' introduceerde. Ook is Cohen het met Vermij eens dat de nieuwe opvatting van beweging een belangrijke bijdrage vormde. Voor Cohen is dat bewegingsbegrip de kern van de transformatie van wat hij de 'Atheense' wijsbegeerte noemt tot die van 'Athene-plus'. Maar, stelt Cohen, die nieuwe opvatting van beweging was niet Descartes' prestatie. Galileo Galilei en Isaac Beeckman hadden het idee dat materie beweging wil volhouden al eerder bedacht. Descartes heeft dit idee van Beeckman gestolen en gebruikt voor zijn eigen werk. Cohen vindt de aandacht voor Descartes' bijdrage dus deels onterecht en lijkt zich te storen aan zijn aanzien. De termen 'mechanisering' en 'mathematisering' van het wereldbeeld zijn volgens Cohen niet van

⁹ Vermij, 76 – 79.

toepassing op Descartes' leer. Dit is opvallend; hij is de enige van de schrijvers die er zo over denkt.¹⁰

Ook Henry en McClellan en Dorn zien Descartes' wereldbeeld namelijk als een poging het universum te mechaniseren. Een uitgebreide inhoudelijke behandeling van Descartes' theorie zoals die te vinden is bij Vermij en Cohen ontbreekt bij hen. Henry legt uit dat Descartes' universum bestaat uit lichamen in die in cirkels bewegen en McClellan en Dorn schrijven dat Descartes de ruimte beschouwde als een machine waarvan de werking wordt bepaald door vaststaande bewegings- en botsingsregels. Geen van hen verdiept zich echter in zijn deeltjestheorie of de drie natuurwetten.

Tot zover de bespreking van Descartes' bewegende deeltjes en de natuurwetten die hun beweging bepalen en de beschrijving daarvan door de historici. Nu zullen we ons richten op de uitwerking van Descartes' principes op het niveau van de waarneembare natuurverschijnselen.

¹⁰ Cohen, 134 – 136.

Op het niveau van de verschijnselen

Descartes beschrijft in *Le Monde* hoe een enkel deeltje zich beweegt. Maar omdat de kosmos volgens hem volledig is gevuld met deeltjes, kan Descartes vanuit zijn grondslagen alle beweging in de ruimte afleiden. Zo bereikt hij zijn doel: alle werking in de wereld verklaren op basis van zo min mogelijk aannames. Zijn drie wetten zijn volgens hem voldoende om het hele wereldsysteem te beschrijven. Descartes legt zichzelf deze beperking op. Hij wil zijn kennis opnieuw opbouwen vanaf de enige zekerheid die na grondig getwijfel overbleef: ik kan twijfelen, dus moet ik wel bestaan. Door logisch te redeneren is hij aanbeland bij een structuur vol bewegende deeltjes. Descartes' meent dat zijn deeltjesmodel door de gehandhaafde methode de enige mogelijke verklaring is van de wereld om ons heen. Hij hoopt dat zijn deeltjessysteem wordt opgevat als *a priori* kennis. Hij wil zijn wereldbeeld presenteren als het resultaat van systematisch denken, niet als een conclusie op basis van een verzameling ervaringsgegevens.

Zijn methode werkte uiteraard stiekem andersom. Natuurlijk gebruikte hij empirische onderzoeksresultaten over de planeetbanen en andere natuurverschijnselen. Op basis van zijn eigen ervaringen en de gegevens van anderen ontwikkelde hij zijn ideeën over de werking van de natuur. Hij schreef het echter zó op, dat het lijkt alsof de werkelijkheid bevestigt wat hij in zijn deeltjeswetten al had bedacht. In werkelijkheid was het omgekeerde volgorde: Hij zorgde er voor dat zijn natuurwetten klopten met wat onze ervaring ons vertelt. Descartes verzamelde dus eerst *a posteriori* kennis en bouwde vanaf die gegevens zijn deeltjestheorie.

Door herhaaldelijk waarneembare voorbeelden uit de natuur te noemen wil Descartes de door hem beschreven onzichtbare structuur in de wereld ondersteunen. Hij koppelt voortdurend terug aan gevallen uit onze omgeving om aan te tonen dat zijn theorie klopt met de praktijk. Maar er blijken ook

verschijnselen te zijn die niet rechtstreeks kunnen worden verklaard door Descartes' deeltjeswetten. In de gevallen waar zijn drie natuurwetten tekort schieten construeert Descartes uitzonderingen op zijn regels. Zo probeert hij van zijn deeltjesmodel afwijkende natuurverschijnselen alsnog in zijn systeem te plaatsen.

Kometen vormen zo'n probleem voor Descartes. Zijn derde natuurwet bepaalt dat materie in cirkels beweegt, maar kometen lijken in een rechtlijnige beweging de kosmos te doorkruisen. Dat is vreemd, want Descartes had bedacht dat kometen net als planeten zijn opgebouwd uit aardedeeltjes. Vanwaar deze afwijkende bewegingsrichting? Descartes zoekt de oplossing voor dit probleem in een verschil in de massa van planeten en kometen. Kometen zijn zwaarder en kunnen in tegenstelling tot de lichtere planeten wel uit de cirkelbaan ontsnappen en een rechtlijnige beweging volhouden. Zij bewegen zich naar de hemelrand en dringen een volgende hemel binnen, waar ze door de ster in het middelpunt worden aangetrokken.

Ook de bewegingsnelheid van de kometen veroorzaakt moeilijkheden voor Descartes. Hij stelt immers dat de deeltjessnelheid afneemt naarmate de afstand tot het middelpunt toeneemt. Hoe kunnen kometen in de buitenste banen van de hemel dan zo'n snelheid bereiken? Het hoge tempo van de kometen dwingt Descartes tot een tweede verdeling binnen de hemels. In de ruimte vanaf het middelpunt tot aan de planeten geldt dat de snelheid afneemt. Buiten die sfeer gaan de deeltjes zich steeds sneller bewegen naarmate ze zich verder van het middelpunt bevinden, bedenkt Descartes.

Een ander verschijnsel in de hemel dat de bewegingswetten van Descartes doet wankelen zijn de sterren. Zij blijven op hun plaats terwijl te verwachten is dat wij vanaf een bewegende Aarde de sterren voortdurend op een andere positie waarnemen. De afwezigheid van een parallax was voor veel vroegmoderne geleerden een argument tegen de aarddraaiing. Descartes hield

echter vol dat er geen parallax te meten valt vanwege de grote afstand tussen de Aarde en de sterren.

De sterren lijken zich ook te onttrekken aan de derde deeltjeswet van Descartes. Hun licht bereikt onze ogen immers in een rechte lijnige beweging. Dat licht bestaat volgens Descartes uit de kleinste en snelste deeltjes; het element vuur. Hun omvang en snelheid maken dat ze langs de grotere en tragere luchtdeeltjes kunnen bewegen en hemels kunnen doorkruisen. Vanaf de ster vormt zich een ketting van trillende deeltjes recht tot aan ons oog. Het achterste deeltje, dat zich bij de bron bevindt, duwt het voorste deeltje, dat tegen ons oog aan drukt. Het licht wordt dus voortdurend door die trilling doorgegeven en heeft daardoor geen tijd nodig. Aan deze geïmproviseerde verklaring voegt Descartes toe dat er op de kromming van de hemelranden breking en bundeling kan optreden, met als gevolg optisch bedrog.

Ook wat betreft de verklaring van de getijden moet Descartes een beetje improviseren. Descartes beschouwt de ruimte rondom de Aarde als een kleine hemel langs de randen waarvan de maan zich beweegt. Omdat de hemel net als alle ruimte volledig met deeltjes is opgevuld, betekent een beweging van de maan automatisch een plaatsverwisseling met de aanwezige luchtdeeltjes. Wanneer de maan boven de Aarde staat worden de luchtdeeltjes die zich daar bevinden richting de Aarde gedrukt. Zij duwen daar het water weg: het wordt eb. Ook drukken de luchtdeeltjes de Aarde iets naar beneden. De ruimte tussen de onderkant van de Aarde en de hemelgrens wordt kleiner en de luchtdeeltjes drukken ook daar het water naar een andere plaats. Waar het water wordt weggedrukt wordt het zodoende eb en op de plaatsen waar het water naar wordt opgestuwd ontstaat vloed.

Deze astronomische kwesties dwingen Descartes zich in bochten te wringen om de gebreken in zijn verklaring te verhullen. Maar zijn oplossingen zijn onelegant en veroorzaken inconsistenties in zijn verhaal. Laten we weer kijken

hoe de historici deze aspecten beschrijven. Wat vinden zij van de uitwerking van Descartes' deeltjestheorie en natuurwetten in een oneindige kosmos?

Vermij erkent het gebrek aan systematiek in Descartes' astronomie. Descartes behandelt natuurverschijnselen doorgaans wiskundig, meent hij. Dat hij de beweging van de hemellichamen in dit geval niet berekent, maar slechts verklaart met behulp van zijn zelfbedachte deeltjeswetten, vindt Vermij 'merkwaardig'. Hij haast zich vervolgens om Descartes te verdedigen. Het gebrek aan een kwantitatieve behandeling van de kosmos ziet Vermij als een onvermijdelijk gevolg van Descartes' wereldbeeld. Zijn indeling van de ruimte in cirkelende materie komt immers niet overeen met de werkelijke ordening en daardoor komt Descartes in de knoop zodra hij zijn ideeën getalsmatig zou uitwerken. Zijn werveltheorie bood Descartes daardoor ook geen mogelijkheid voor wiskundige berekening, meent Vermij geruststellend.¹¹

McClellan en Dorn vinden Descartes' wereldbeeld 'wiskundig vaag'. Voor zover hun inhoudelijke behandeling van Descartes' systeem. De kritiek van de twee andere auteurs is nauwkeuriger. Henry vindt de onveranderlijke hoeveelheid beweging in Descartes' kosmos problematisch en mist een verklaring voor het samenklonteren van aardedeeltjes tot hemellichamen. Daarnaast noemt Henry de beschrijving van het gedrag van botsende lichamen als onderdeel uit Descartes' leer dat volledig tegenstrijdig is met de werkelijkheid.¹²

Cohen sluit zich aan bij deze kritiek en laat in zijn betoog met genoeg twee 'Alexandrijnse' wiskundigen de tekortkomingen van Descartes' 'Atheense' filosofie aantonen. Christiaan Huygens ontdekte dat Descartes' regels voor botsende lichamen in zijn hoofdwerk *Principia Philosophiae* niet overeenkwamen met de werkelijke situatie. Descartes meende dat een klein lichaam terugkaatst wanneer het tegen een groter lichaam botst en dat het

¹¹ Vermij, 93, 98.

¹² Henry, 73; McClellan & Dorn, 243; Vermij, 93, 98.

grote lichaam niet beweegt. Huygens' demonstratie sprak dit tegen: het grote lichaam bewoog wel. In dergelijke situaties kon Descartes zich nog beroepen op het verschil tussen de beweging van zuivere elementen en de manier waarop deze tot uiting komt in de gemengde materie op onze planeet. Maar Blaise Pascal toonde met een opstelling van kwikbuisjes het bestaan van een lege ruimte aan, iets dat Descartes' idee van een met deeltjes gevuld universum op de fundamenteen aantastte. De experimenten van Huygens en Pascal wijzen voor Cohen op de kloof tussen Descartes' beredeneerde principes en ervaringen in de praktijk.¹³

Cohen durft geleerden en hun ideeën dus met elkaar te vergelijken en te vragen: wat miste er in Descartes' wereldbeeld? De andere auteurs zijn voorzichtiger en houden het liever bij een beschrijving. Henry en McClellan en Dorn bevestigen dat het experiment in Descartes' methode grotendeels ontbrak en pas op in de laatste fase van zijn onderzoek de rede kon bijstaan. McClellan en Dorn denken dat Descartes vasthield aan zijn deductieve methode, waarbij hij de gevolgen vanuit de oorzaken bedacht, omdat experimenten – die precies andersom werken – voor hem een afleiding waren van zijn systematische denkproces.¹⁴

De tekortkomingen van Descartes' wereldbeeld weerhielden vroegmoderne geleerden er in ieder geval niet van zijn deeltjesprincipes toe te passen. Cohen meent dat de mogelijke variatie binnen de deeltjesleer op het niveau van de verschijnselen juist hebben bijgedragen aan de toegankelijkheid van Descartes' wereldbeeld. Vermij sluit zich hier graag bij aan. Volgens hem vormden Descartes' deeltjes-in-beweging een nieuwe manier om alle onderdelen van de wereld te begrijpen. Het principe van bewegende deeltjes leidde tot veranderingen in alle takken van de wetenschap. Hij meent zelfs dat

¹³ Cohen, 203, 229 – 231.

¹⁴ McClellan & Dorn, 271; Henry, 75.

Descartes' theorie natuurwetenschappers uit verschillende onderzoeksgebieden verenigde. Doordat geleerden allemaal in deeltjes dachten ontstond er een gezamenlijk onderzoeksprogramma en groeide het gevoel van saamhorigheid.¹⁵

Henry geeft in tegenstelling tot Vermij voorbeelden van Descartes' bijdrage aan andere wetenschapsgebieden. Hij stelt dat Descartes' opvattingen over processen in planten en dieren en de bloedsomloop in het menselijk lichaam van grote invloed waren op de geneeskunde en meent zelfs dat de mechanische fysiologie van Descartes het ontstaan van de moderne biomedische wetenschappen markeert. Henry beschrijft de betekenis van Descartes' ideeën nauwkeuriger en deze is bij hem minder alomvattend dan bij Vermij.¹⁶

Wat blijkt is dat de inconsistenties die zich in *Le Monde* aftekenen door de meeste historici niet worden behandeld als de zwakke plekken in zijn wereldbeeld. Vermij vat ze samen als een opvallende afwijking van de doorgaans zo wiskundige aanpak van Descartes. Hij lijkt de gebreken van Descartes' wereldbeeld af te zwakken om zijn waardering voor Descartes' leer vol te kunnen houden. Henry benoemt zowel de mogelijkheden als tekortkomingen van Descartes' ideeën en ondersteunt zijn argumenten wel uitgebreid met voorbeelden. Zijn doel is immers een evenwichtig overzicht van historiografische standpunten. Cohen's doel is verklaren door te vergelijken. Hij gebruikt de Alexandrijnse wiskundige traditie om het contrast met Descartes' onjuiste ideeën aan te tonen en zijn eigen beoordeling van Descartes' leer als natuurfilosofie te ondersteunen. McClellan en Dorn hebben ook over dit onderdeel van Descartes' theorie weinig geschreven. De afwezigheid van een inhoudelijke bespreking van denkbeelden is wel in

¹⁵ Vermij, 82 – 83.

¹⁶ Henry, 80 – 82, 84; Cohen, 205 - 207.

overeenstemming met de strekking van hun boek. Zij benadrukken de sociologische ontwikkelingen die bepalend zijn geweest voor de ontwikkeling van de natuurwetenschap en concentreren zich niet op de nauwgezette behandeling van de ideeën van een enkeling.

In het volgende onderdeel, dat betrekking heeft op de plaats van God in *Le Monde* en de reacties van religieuze autoriteiten daarop, zullen zij wel uitgebreid van zich laten horen.

Godsbeeld

Descartes' wereldbeeld wordt door sommige historici vergeleken met een machine waarvan het functioneren te voorspellen is aan de hand van drie natuurwetten. Een universum waar materie zich volgens vaststaande regels gedraagt, redt zichzelf. Dat roept een vraag op: waar is God in *Le Monde*? In dit hoofdstuk behandel ik de plaats die God in Descartes' wereld inneemt en hoe daarop gereageerd werd in een periode vol godsdienstige spanningen. Laten we eerst kijken naar de beschrijving door de historici van het religieuze klimaat in Descartes' tijd.

McClellan en Dorn benadrukken de invloed van maatschappelijke ontwikkelingen op de wetenschappelijke kennispraktijk. Zij stellen vast dat de gelijktijdigheid van de Wetenschappelijke Revolutie en de Reformatie leidde tot de verwikkeling van meerdere geleerden in een godsdienstige strijd met kerkelijke autoriteiten. Doordat hun werk verscheen in een periode van religieuze spanning, ontstond er theologische ophef over hun opvattingen. Henry geeft toe dat de Katholieke Kerk zich als reactie op de Reformatie streng opstelde wat betreft de interpretatie van de Bijbel. Hij zet zich echter af tegen de opvatting dat de aanvaring van Galilei met de kerk wordt beschouwd als een onvermijdelijke gevolg van de gespannen sfeer in de vroegmoderne periode. Dat conflict, rondom de leer van Copernicus en de verkondiging daarvan door Galilei, was volgens Henry afhankelijk van omstandigheden. Cohen ziet de Reformatie en de daaropvolgende godsdienstoorlogen deels als een belemmering voor de ontwikkeling van natuurkennis. Hoewel de persoonlijke gevolgen voor Galilei beperkt bleven,

leidde zijn veroordeling volgens Cohen tot zelfcensuur onder andere geleerden.¹⁷

Dat gold in ieder geval voor Descartes. Hij wist dat het werk van Copernicus in 1616 op de Index geplaatst was en besloot na de veroordeling van Galilei in 1633 tot het uitstellen van de publicatie van zijn eigen boek. Alle historici leggen het verband tussen de pauselijke uitspraak en de vertraging in het uitbrengen van *Le Monde*, dat pas na zijn dood verscheen. Descartes schreef een aantal minder ingrijpende betogen en werkte ondertussen door aan zijn wereldbeeld. In 1644 werd zijn hoofdwerk *Principia Philosophiae* uitgegeven.¹⁸ Descartes beseftte blijkbaar dat zijn wereldbeeld een wereldbeschouwelijke vernieuwing betekende ten opzichte van gevestigde christelijke ideeën.

Descartes beschrijft de plaats van God in zijn model van deeltjes in beweging nauwkeurig. God's handelen is volgens Descartes beperkt: God brengt onderscheid aan in de chaos door de aanwezige materie in beweging te zetten en stelt de natuurwetten op volgens welke de beweging van de deeltjes zich voortzet. God legt de natuurwetten op aan de elementen, maar die natuurwetten werken vervolgens onafhankelijk van God door in de materie. Daardoor ontstaat verscheidenheid. God's handelen blijft gelijk: de gevolgen van dat handelen op het niveau van de gemengde elementen zijn uiteenlopend.

God laat vaststaande natuurwetten de beweging van de deeltjes bepalen, in plaats van zelf alsmaar in te grijpen in de kosmos. Dat de principes volgens welke de natuur zich gedraagt altijd en overal geldig zijn, volgt uit de onveranderlijkheid die Descartes aan God toeschrijft. God is volmaakt en

¹⁷ Henry, 85 – 86; McClellan & Dorn, 208; Cohen, 171.

¹⁸ Cohen, 162 – 163; Henry, 72; McClellan & Dorn, 243; Vermij, 76.

neemt daarom altijd de beste keuze. Een volmaakt besluit is onmogelijk te verbeteren, dus wat God eens beslist te doen zal hij altijd zo blijven doen. Deze eigenschap blijkt voornamelijk uit de tweede natuurwet die God volgens Descartes aan de materie oplegde. Die stelt dat de totale hoeveelheid beweging altijd gelijk blijft; gelijk aan de aanvankelijke beweging die God de deeltjes meegaf.

Descartes' God heeft ordening aangebracht in een chaotische verzameling deeltjes. Maar na die handeling houdt zijn inmenging op. God is daardoor niet meer rechtstreeks betrokken, stelt Vermij. Volgens Henry nadert Descartes op dit punt het atheïsme. De beperkte functie van God is immers eenvoudig weg te denken. Bijvoorbeeld door te stellen dat de wereld al eeuwig bestaat. Wanneer onze planeet nooit ontstaan is, wordt God als veroorzaker van de kosmos ook overbodig.¹⁹ In tegenstelling tot Henry benadrukt Vermij het belang van de functie van God in Descartes' uitleg van het ontstaan van de kosmos. De hele schepping is immers afhankelijk van God en dat maakt hem onvervangbaar.

De voortduring van God's handelen geeft Descartes de mogelijkheid om de principes die God heeft ingesteld, te onderzoeken. Henry noemt Descartes' godsbeeld intellectualistisch en dat sluit aan bij wat blijkt uit *Le Monde*. Intellectualisten geloven dat God altijd doet wat goed is. Bovendien handelt hij volgens zijn rede. Door zelf rationeel te denken is het mogelijk om God's gedachten te volgen en uiteindelijk de wereld te begrijpen.²⁰

Vermij verdedigt de afwezigheid van God in het systeem van Descartes. Dat God zich niet voortdurend bemoeit met de voortgang in de natuur is volgens

¹⁹ Ibidem, 88.

²⁰ Henry, 90.

hem juist een bewijs van de grootheid die Descartes aan God toeschrijft. Ook meent Vermij dat Descartes' godsbegrip aansloot bij de religieuze beleving van gelovigen in de vroegmoderne periode.²¹

Descartes' indeling van het universum in *Le Monde* komt duidelijk overeen met de heliocentrische theorie van Copernicus. De opbouw van ons heelal is het rechtstreekse gevolg van de beweging van Descartes' deeltjes en vormt daardoor de kern van zijn leer. Maar juist de plaats van de zon en de beweging van de Aarde zijn in strijd met de Bijbel. Genesis leert dat God eerst de Aarde en toen de zon schiep. De Aarde kan onmogelijk om de zon draaien wanneer die laatste nog niet bestaat op het moment dat de eerste geschapen wordt. Dit verschil wordt echter door geen van de historici beschreven.

De beweging van de Aarde die door Copernicus was geopperd was door de Katholieke Kerk ontkend en het verkondigen van die overtuiging verboden. Toch blijkt in *Le Monde* dat Descartes het volledig eens was met de dubbele aarddraaiing: hij beschrijft hoe de Aarde rond de zon en rond het eigen middelpunt beweegt. Deze verplaatsing volgt immers uit de beweging van de verschillende elementen. Tegelijkertijd vormde dit standpunt voor Descartes een belemmering in het bekendmaken van zijn wereldbeeld. Daarom paste hij dit onderdeel van zijn leer aan. Cohen meldt dat Descartes in de *Principia Philosophiae* stelt dat de Aarde niet draait maar verbonden is aan een bewegende wervel van deeltjes.²² Deze wijziging in de beschrijving van zijn wereldbeeld toont aan hoe ingrijpend geleerden en hun denkbeelden geraakt konden worden door de dreiging van kerkelijke sancties.

Een ander wereldbeschouwelijk bezwaar tegen het model van Descartes betrof zijn materialistische wereldbeeld. Descartes herleidde de hele kosmos

²¹ Vermij, 81, 103.

²² Cohen, 165 – 166.

tot een model van deeltjes waarvan het gedrag te voorspellen is door middel van natuurwetten. Alle materie is volgens Descartes opgebouwd uit mengsels van dezelfde deeltjes. Ook het menselijk lichaam, benadrukt Vermij, al laat Descartes de mens in *Le Monde* buiten beschouwing. Maar de materialistische visie van de wereld die daar blijkt, roept vragen op over de plaats van geestelijke kenmerken van de mens.

Henry, Vermij en Cohen bespreken hoe Descartes omgaat met de menselijke ziel. Volgens Cohen onderscheidt Descartes een uitgebreide en een denkende substantie in de wereld. Die denkende substantie is de menselijke ziel die God aan de materie van het lichaam koppelt. Cohen ziet deze constructie als een middel om te voorkomen dat de ziel en God volledig uit de wereld verdwijnen. Ook Henry spreekt van dit extreem dualisme als een manier voor Descartes om de menselijke ziel buiten het mechanische wereldbeeld te plaatsen. Vermij meent dat het menselijk denkvermogen een gift van God is dat zich kan onttrekken aan natuurwetten. Henry merkt op dat die scheiding de verbinding tussen de geest en het lichaam ingewikkeld maakt. Het is onduidelijk hoe het in beweging brengen van het lichaam door de geest strookt met de tweede natuurwet van Descartes die stelt dat de hoeveelheid beweging in het universum altijd gelijk blijft. Deze tegenstrijdigheden werden door Descartes niet uitgewerkt, merkt Henry op.²³

Cohen en Henry noemen ook het gevolg van Descartes' deeltjesleer voor de transsubstantiatie, een belangrijk onderwerp voor de Katholieke Kerk. Tijdens de mis veranderen het brood en de wijn door tussenkomst van de priester in het lichaam en het bloed van Christus. Binnen de leer van Aristoteles was het mogelijk dat het brood en de wijn in onze ervaring hetzelfde bleven, maar inhoudelijk veranderden. In het model van Descartes daarentegen is onze waarneming van een ding afhankelijk van het deeltjesmengsel waar het uit

²³ Henry, 91.

bestaat. Wanneer het brood en de wijn veranderen in het lichaam en het bloed van Christus moet dat volgens Descartes gevolgen hebben voor de zintuiglijk waarneembare kenmerken van de materie.²⁴

Cohen beschouwt het geval van de transsubstantiatie als een aanwijzing voor de wrijving tussen de gevestigde christelijke traditie en Descartes' vernieuwingen ten opzichte van Aristoteles. De Aristotelische filosofie was namelijk in de Middeleeuwen door Thomas van Aquino in het christendom vervlochten. Die eeuwenoude samensmelting had als gevolg dat de wens van Descartes om de leer van Aristoteles te vervangen ook een bedreiging voor de christelijke geloofsregels vormde. Volgens Cohen vormde de vereniging die al sinds de 13^e eeuw het christendom beheerste nog een reden voor religieuze leiders om zich tegen de ideeën van Descartes te verzetten.²⁵

Cohen behandelt de bezwaren tegen Descartes' wereldbeeld uitvoeriger dan de andere schrijvers en hij overtreft hen ook in het aantal beschreven bezwaren. Hij ziet namelijk ook Descartes' methode van eindeloze twijfel als een lastig onderdeel voor christelijke leiders. Door aan alle aangenomen kennis te twijfelen, bereikte Descartes één zekerheid: ik kan twijfelen, dus ik besta. Descartes dacht dat hij een betrouwbare basis voor verder onderzoek gevonden had. Cohen benadrukt echter de nabijheid van een grenzeloos scepticisme. Descartes riep op tot zelfstandig nadenken en dat kon voor godsdienstige autoriteiten gevaarlijke gevolgen hebben.²⁶

Ondanks zijn poging om zich in te dekken door de beschrijving van planeetbanen aan te passen en God een duidelijke plaats te geven binnen zijn wereldsysteem, werd Descartes' leer door de Katholieke Kerk en door protestantse geestelijken bestreden.

²⁴ Cohen, 167 – 168; Henry, 91 – 92.

²⁵ Cohen, 167 – 169.

²⁶ Ibidem, 169.

De strenge dominee en tevens rector van de Utrechtse universiteit Voet bestreed Descartes' opvattingen volgens Cohen vanwege zijn materialistisch wereldbeeld, zijn sceptische methode en het gevaar voor de verbinding tussen Aristoteles en het christelijk geloof. Vermij meent dat Voet geloofde dat God's handelen wel voortdurend zichtbaar is in de wereld en dat Voet het idee van een teruggetrokken God onaanvaardbaar achtte. Hij benadrukt dat andere theologen zich wel ontvankelijk opstelden voor Descartes' ideeën.²⁷

De Katholieke Kerk begreep dat de aanval op de leer van Aristoteles fundamentele christelijke tradities aantastte, in het bijzonder het ritueel van de transsubstantiatie. Het gebrek aan een duidelijk antwoord voor deze kwestie leidde tot de plaatsing van Descartes' werk op de Index van verboden boeken in 1663. Descartes als gezamenlijke vijand leidde er zelfs toe dat de paus het censureren van Descartes' inmiddels verschenen pamfletten tegen de protestantse Voet ondersteunde. Net als voor Galilei bleven de persoonlijke gevolgen voor Descartes beperkt en zijn boeken bleven verschijnen.²⁸

Toch menen Cohen, Vermij en McClellan en Dorn dat het verzet tegen het werk van Galilei en Descartes leidde tot ingrijpende veranderingen in de praktijk van kennisbeoefening. De veroordeling van Galilei zien deze auteurs als oorzaak van een verschuiving van wetenschappelijke activiteit van Italië richting het noorden van Europa: Frankrijk, de Nederlanden en Engeland. Voor Cohen vormt de inmenging van religieuze instituties als reactie op het verschijnen van het werk van Descartes en Galilei een aanwijzing voor de onzekere positie waarin het voortbestaan van natuuronderzoek zich bevond. Hij spreekt van een legitimiteitscrisis voor de Europese natuurkennis die versterkt werd door de godsdienstoorlogen. Na de Vrede van Westfalen

²⁷ Cohen, 166; Vermij, 102 – 103.

²⁸ Cohen, 173 – 174; Henry, 92; Vermij, 103.

eindigde deze volledige stilstand in de beoefening van natuurkennis. Maar van een volledig herstel is volgens Cohen en Vermij geen sprake. De praktijk van kennisbeoefening werd eind 17^e eeuw ingeperkt tot wereldbeschouwelijk neutrale onderwerpen.²⁹

De historici verschillen dus van mening over in hoeverre Descartes' wereldbeeld en in hoeverre de godsdienstig gespannen sfeer verantwoordelijk waren voor het conflict met onder andere de Katholieke Kerk en dominee Voetius. McClellan en Dorn verklaren gebeurtenissen op het gebied van wetenschap grotendeels vanuit sociale veranderingen. Zij menen dat de Reformatie en de nasleep daarvan een negatieve weerslag hadden op de kennispraktijk. Henry nuanceert dit beeld door op de specifieke omstandigheden rondom het conflict met Galilei te wijzen. In het geval van Descartes vindt hij de problemen met de Katholieke Kerk echter wel te verwachten. Hij benadrukt de atheïstische aspecten van Descartes' wereldbeeld. Vermij bevindt zich in een tweestrijd: hij wil zowel de vernieuwing van 'God als eerste beweg'er' als Descartes' vroomheid beklemtonen.

Cohen behandelt de conflicten rondom Galilei en Descartes uitgebreid en wijst als oorzaak onder andere op hun verdediging van de heliocentrische indeling van het universum. Hoewel er dus wel degelijk overlap was tussen de ideeën van beide geleerden houdt Cohen vol dat Descartes' natuurfilosofie afgescheiden was van de wiskundige traditie waar hij Galilei in plaatst. Ook wijst Cohen op de bezwaren van geestelijk leiders tegen Descartes' opvatting van God. Cohen's uitvoerige beschrijving van de ophef die Descartes' godsbeeld veroorzaakte functioneert in zijn betoog als een argument voor het ontstaan van een legitimiteitscrisis voor de natuurkennis. Maar de door

²⁹ Cohen, 166 – 180; McClellan & Dorn, 242; Vermij, 104 – 106.

Cohen genoemde conflicten rondom Descartes kunnen ook worden opgevat als een bewijs voor de vernieuwingen in en de invloed van zijn leer.

Naar mijn mening vormt de positie van God in *Le Monde* een bewijs van de mechanica volgens welke Descartes' wereld zich beweegt. Dat Descartes God buiten de werking van de natuur plaatst en ook andere onkenbare machten in zijn wereld weigert, is een eerste stap naar een mechanisch wereldbeeld. De heropbouw van dat universum zonder hogere macht middels bewegende deeltjes en natuurwetten lijkt mij daarvan de voltooiing. Descartes vertrouwt slechts op God's onveranderlijkheid voor het aanvankelijk ingrijpen in de kosmos. Voor alles wat zich vanaf dat moment in de wereld voltrekt vertrouwt hij op zijn bewegingswetten. Voor zover het *Le Monde* betreft komt de beschrijving van Cohen en Henry het meest overeen met Descartes' godsbeeld. Cohen's uitgebreide behandeling van de religieuze bezwaren toont de vernieuwing in Descartes' godsbeeld en Henry's beschrijving van Descartes' intellectualistische God en de nabijheid van atheïsme in zijn wereldbeeld zijn van betrekking op *Le Monde*.

Filosofie of wiskunde

We hebben gezien hoe Descartes in *Le Monde* zijn principes van bewegende deeltjes en natuurwetten uitwerkte tot een alomvattend wereldbeeld dat werking in de natuur tot op het niveau van de verschijnselen verklaart. Descartes' theorie bleek vaak inconsistent en tegenstrijdig met empirische gegevens. Het ontkennen van God's voortdurende bemoeienis met de processen in de natuur veroorzaakte bezwaren van religieuze autoriteiten. We komen dichterbij antwoord op de vraag of Descartes' wereldbeeld filosofisch of wiskundig was. Laten we in *Le Monde* nagaan in hoeverre hij breekt met de filosofische methode die hij aanvecht.

Descartes wilde met zijn deeltjesmodel een alternatief bieden voor de leer van Aristoteles. Hij zet zich in *Le Monde* af tegen de scholastici die de Middeleeuwse filosofie aan de universiteiten bestudeerden en doceerden. Descartes ziet zijn eigen methode als een garantie voor onbetwifelbare kennis en wil het verschil met de speculerende filosofie benadrukken. De indeling van materie in wezenlijk verschillende elementen, het bestaan van een eerste materie en de overtuiging dat lichamen tot rust willen komen zijn filosofische ideeën die Descartes volledig afwijst.

Zijn eigen standpunten komen echter ook geregeld overeen met die van de filosofen. In die gevallen noemt hij de inhoudelijke overeenkomsten met de ideeën van de filosofen maar benadrukt tegelijkertijd dat hij zich op geheel andere principes baseert. Descartes weerlegt de filosofische argumenten om aan te tonen dat deze overbodig zijn voor zijn beweringen. Hij is toevallig tot dezelfde conclusie gekomen maar heeft de filosofie niet nodig om tot zijn oordeel te komen.

Een voorbeeld is de introductie van zijn wereldbeeld. Hij wil dat de lezer zich een 'denkbeeldige ruimte' voorstelt waarin hij zijn deeltjessysteem uitwerkt.

Descartes plaatst zijn betoog dus binnen een filosofisch begrip. Na de voltooiing van de bouw van zijn wereldbeeld zet hij het idee van een denkbeeldige ruimte overboord. Descartes wijst op de overeenkomsten tussen zijn beschreven model van de wereld en onze eigen omgeving. De denkbeeldige ruimte is dezelfde als onze ruimte. Descartes gebruikt aanvankelijk een filosofisch kader maar besluit vervolgens dat hij dat bedenkfel niet nodig heeft om zijn punt te maken. Zijn constructie blijft zonder filosofische steun ook overeind. Hij zoekt dus nadering tot de filosofen en hun ideeën om er duidelijker afstand van te nemen.

Descartes kan echter niet volledig ontsnappen aan de filosofische redeneringen waar hij zich tegen verzet. Het uitgangspunt van zijn leer dwingt hem tot theoretiseren. Omdat hij de waarneming als bron van kennis verwerpt rest hem immers niets anders dan nadenken. Zijn deeltjesmodel is gebaseerd op een verschil tussen onze ervaring en de feitelijke organisatie van de ruimte. Voor Descartes vormt deze bedachte constructie de grondslag van zijn systeem. Maar het bestaan van een onzichtbare structuur is een aanname en geen toetsbare stelling.

De grondslag van Descartes' wereldbeeld is dus het filosofische onderscheid van een werkelijke wereld en een onzichtbare structuur van deeltjes in beweging afkomstig uit de Oudheid. De filosofische traditie werkt in die elementen van zijn theorie door. Tegelijkertijd breekt Descartes met de ideeën van Aristoteles en de methode van de scholastici. Laten we nagaan hoe de historici Descartes en zijn ideeën beoordelen. Vinden zij zijn wereldbeeld wiskundig of filosofisch?

McClellan & Dorn beginnen hun beschrijving van Descartes met de opvatting dat hij de oprichter is van de moderne filosofie. Maar ze zien zijn filosofische bijdrage los van het belang van zijn werk voor de ontwikkeling van de natuurwetenschap. Zij beschouwen Descartes als een filosoof en een

natuurkundige maar menen dat deze kennisgebieden van elkaar gescheiden waren. Wat Descartes aan de vroegmoderne natuurkennis toevoegde is zijn systeem van deeltjes in beweging. McClellan en Dorn beschouwen Descartes' model als een vervanging van de leer van Aristoteles en andere alternatieve theorieën. Zij zien zijn werk als een samenvatting van de ontdekkingen die door Nicolaus Copernicus, Galilei en Johannes Kepler gedaan waren. Descartes verwerkte de kennis van deze geleerden in een alomvattend wereldbeeld. De wiskundige en experimenterende werkwijze van zijn voorgangers zette Descartes echter niet door.

Volgens de historici is de integratie van de nieuwe inzichten in een totaalsysteem zijn belangrijkste bijdrage. Descartes beschouwt de principes die de beweging van deeltjes bepalen als universeel geldende natuurwetten. Dat leidt tot het ontstaan van een mechanisch wereldbeeld. Descartes was de eerste die de kosmos volledig vanaf bewegings- en botsingsregels opbouwt en zijn leer was volgens McClellan en Dorn het beginpunt van de mechanische wetenschap.

Een wiskundige verklaring van bewegingen in de ruimte werd bereikt door de inspanningen van Newton. McClellan en Dorn benadrukken het verschil tussen de redeneringen van Descartes en de experimenten en berekeningen van Newton. Descartes verkondigde een model dat natuurverschijnselen moest verklaren terwijl Newton natuurverschijnselen onderzocht om feiten te verzamelen. Newton's theorieën vervingen Descartes' ideeën over de kosmos omdat zijn begrip van aantrekkingskracht oplossingen bood voor de tekortkomingen van Descartes' wervelmodel. McClellan en Dorn zien het werk van Newton als het hoogtepunt van de Wetenschappelijke Revolutie en bepalend voor het wetenschappelijk onderzoek dat volgde.³⁰

³⁰ McClellan & Dorn, 243 – 244, 249, 251 – 253, 256 – 258.

Ook Vermij benoemt Descartes' veelzijdigheid. De verschijning van Descartes' werk over geometrie en algebra betekende volgens Vermij het begin van een nieuwe periode in de wiskunde. Daarnaast noemt hij Descartes de stichter van de moderne wijsbegeerte door met zijn natuurfilosofie de leer van Aristoteles te vervangen. Vermij plaatst Descartes' deeltjesmodel zowel in de filosofische traditie als aan het begin van een ingrijpende vernieuwing van de natuurwetenschap. In tegenstelling tot de andere historici meent Vermij dat Descartes' filosofische ideeën en zijn wiskundige inzichten samenkomen in een totaalvisie van de wereld.³¹

Vermij benadrukt de vernieuwingen in Descartes' systeem ten opzichte van de filosofie van Aristoteles. Descartes zette zich af tegen het bestuderen van oude filosofische teksten en liet zich leiden door zijn eigen gedachten. Dat leidde tot ideeën die in tegenspraak waren met die van filosofen uit de Oudheid en Middeleeuwen. De indeling van materie in vier elementen en het onderscheid tussen de hemel en de Aarde verving Descartes door eenduidige principes. De grondslag van deeltjes die zich bewegen volgens natuurwetten leidt volgens Vermij tot een mathematisering van het wereldbeeld. Hij ziet het werk van Descartes als de integratie van wiskunde in een natuurfilosofie. Natuurverschijnselen zijn door Descartes' natuurwetten immers af te leiden, meent Vermij. Hij erkent dat berekeningen in Descartes' werk ontbreken en dat zijn bewegingswetten onverenigbaar zijn met de bewegingen van de hemellichamen. Deze tekortkomingen lijkt Vermij tegelijkertijd af te zwakken. Descartes trachtte een samenhangende theorie te ontwerpen waarin wiskundige kennis over deelonderwerpen een plaats kreeg. Vermij waardeert die poging en merkt de onvolkomenheden ervan minder op.³²

³¹ Vermij, 77.

³² Idem, 77 – 78, 90, 93.

Descartes ontwierp een totaalsysteem waarin eerdere ontdekkingen een plaats kregen. Uit Descartes' eerste beginselen volgt bijvoorbeeld het heliocentrische wereldbeeld van Copernicus. Het verschil met Descartes' voorgangers is volgens Vermij dat zij zich bezighielden met detailkwesties. Descartes dacht grondiger na en zijn natuurwetten vormden een ingrijpende verandering voor alle takken van natuuronderzoek.³³

Het werk van Newton is volgens Vermij de voltooiing van de samensmelting van wiskunde en natuurkennis waar Descartes mee begonnen was. In Newton's leer blijven de grondslagen die Descartes opstelde overeind. De uniformiteit van de kosmos, de onveranderlijke natuurwetten en de causaliteit van beweging zijn elementen van Descartes' theorie die Newton blijft gebruiken. Vermij erkent dat Newton's inzichten leidden tot de afronding van de Wetenschappelijke Revolutie maar meent dat zijn werk voornamelijk bestond uit een verdere invulling van Descartes' model. Vermij zet zich af tegen de waardering die Newton's inzichten van andere historici krijgt. Aristoteles en Descartes zijn volgens hem de vernieuwers.³⁴

Ook Henry begint met stellen dat Descartes zowel filosoof als wiskundige was. Hij meent echter dat deze hoedanigheden niet volledig gescheiden bleven. Descartes' waardering voor de zekerheid van wiskundige kennis leidde ertoe dat hij volgens een wiskundige methode zijn natuurkennis wilde opbouwen. Henry ziet Descartes' model als een poging om vanuit zijn wiskundige inzichten de kosmos te verklaren en zo wiskunde met fysica te verenigen. Hij geeft toe dat Descartes' uiteindelijke systeem grotendeels het gevolg was van redeneringen en nauwelijks gegrond op berekeningen.³⁵

³³ Vermij, 79 – 80, 82 – 83 .

³⁴ Idem, 100.

³⁵ Henry, 30.

Henry beschouwt de Wetenschappelijke Revolutie als een beweging naar een wiskundige benadering van de natuurlijke wereld. De Wetenschappelijke Revolutie wordt volgens Henry afgerond door de mathematisering van het wereldbeeld door Newton. De aanzet voor deze ontwikkeling was de mechanische filosofie. Deze vormde een breuk met het verleden door fenomenen uit te leggen in ruimtelijke begrippen. Descartes' deeltjestheorie was volgens Henry de belangrijkste exponent van de mechanische benadering. Hij definieerde materie en beweging en breidde deze inzichten uit tot een alomvattend systeem.³⁶

Descartes heeft zijn aanvankelijke doel van een volmaakte vereniging van wiskunde en fysica niet bereikt. Dat lukte Newton pas. Maar Henry benadrukt dat Descartes' mechanisch wereldbeeld en het werk van voorgangers hebben bijgedragen aan het ontstaan van een wiskundig model van het universum. De verhoogde sociale positie van wiskundigen in de Renaissance maakte het mogelijk om wiskunde toe te passen in het domein van de natuurfilosofie. De pogingen van eerdere geleerden hadden volgens Henry ruimte gemaakt voor de ideeën van Newton.³⁷

De termen 'mechanisering' en 'mathematisering' van het wereldbeeld zijn volgens Cohen niet van toepassing op Descartes' leer. Dit is opvallend; hij is de enige van de schrijvers die er zo over denkt. Cohen stelt net als de andere historici dat Descartes zowel wiskundige als filosofische bijdragen heeft geleverd. Hij noemt Descartes een briljant wiskundige die werkte op de manier die in de Oudheid in Alexandrië was ontstaan. Net als Henry meent hij dat Descartes de systematische methode die hem in zijn wiskundig werk kennis opleverde, wilde inzetten in zijn natuurfilosofie. Descartes had volgens Cohen bedacht dat wiskundige kennis betrouwbaar was door de duidelijke

³⁶ Henry, 30 – 33, 69, 72.

³⁷ Idem, 31 – 32.

denkstappen die tot inzicht leidden. Door op dezelfde geordende manier te redeneren kon Descartes een verklaring van de natuurlijke wereld bereiken. Cohen benadrukt dat Descartes' wereldbeeld bedacht is en verwerpt het idee dat het inhoudelijk wiskundig is. Zijn hoedanigheden van wiskundige en filosoof bleven in zijn werk volledig gescheiden.³⁸

Cohen beschouwt Descartes' wereldbeeld als een voortzetting van de natuurfilosofie zoals deze in de Oudheid in Athene was ontstaan. Hij definieert die natuurfilosofie als een allesverklarend wereldbeeld dat gekenmerkt wordt door eerste beginselen waar volledige zekerheid over bestaat. Uit die vaststaande grondslag volgt een alomvattend model van de wereld. Deze kenmerken gelden inderdaad voor het deeltjesmodel van Descartes. Descartes' theorie vormde volgens Cohen een vernieuwing maar wel één binnen de Atheense kaders. De structuur van het nieuwe wereldbeeld was immers onveranderd ten opzichte van eerdere natuurfilosofieën. Cohen onderstreept daarnaast de voortzetting van de klassieke atoomleer van Epicurus in Descartes' deeltjesmodel om het natuurfilosofische karakter van zijn wereldbeeld te benadrukken.³⁹

Toch vindt Cohen het terecht om van een transformatie van de Atheense natuurfilosofie te spreken. De ontwikkeling van de Atheense kennispraktijk naar 'Athene-plus' was vooral te danken aan een nieuwe opvatting van de beweging van deeltjes. Cohen benadrukt dat het idee dat deeltjes hun beweging willen voortzetten afkomstig is van Beeckman. Descartes nam zijn vondst over en werkte deze stelselmatig uit tot een met deeltjes gevulde kosmos waarin natuurwetten werkzaam zijn. Het nieuwe concept van de

³⁸ Cohen, 134 – 136; 164 – 165, 232.

³⁹ Idem, 130 – 133.

bewegingsmechanismen van deeltjes leidde tot verklaringen van allerlei verschijnselen en werd daarbij geholpen door de inzet van de microscoop.⁴⁰

In Cohen's overzicht is het belang van Descartes' bijdrage aan de ontwikkeling van de natuurwetenschap beperkter dan bij de andere historici. Hij beoordeelt Descartes' inspanningen niet op zijn mogelijke bedoelingen maar op het uiteindelijk verschenen wereldbeeld. Daarom ziet Cohen Descartes' deeltjesmodel niet als een poging om wiskundige inzichten en fysica met elkaar te verbinden maar als een beredeneerde verklaring van het universum in de trant van Atheense natuurfilosofie. Cohen onderscheidt drie stromingen van kennisbeoefening en meent dat deze zich tot aan het eind van de Wetenschappelijke Revolutie gescheiden van elkaar ontwikkelden. De verbinding van die drie methodes wordt pas bereikt door het werk van Newton. Hij combineert metafysische ideeën over de krachtwerkingen in de kosmos aan wiskundige berekeningen en verslaat daarmee de werveltheorie van Descartes.⁴¹

In alle vier de boeken zijn in de beschrijving van Descartes onderdelen uit *Le Monde* te herkennen. Tegelijkertijd hebben de auteurs uiteenlopende meningen over de plaats van Descartes' wereldbeeld voor de Wetenschappelijke Revolutie. We hebben Descartes' deeltjestheorie en natuurwetten, de uitwerking daarvan op het niveau van de verschijnselen, de positie van God in de wereld en de filosofische elementen van zijn leer onderzocht. We kunnen nu bepalen of *Le Monde* wiskundig of filosofisch is. Ook is duidelijk geworden hoe de verschillende historici zijn wereldbeeld beoordelen. We kunnen dus ook besluiten in welk boek de beschrijving van Descartes' wereldbeeld het meest aansluit bij *Le Monde*.

⁴⁰ Cohen, 130 – 136.

⁴¹ Idem, 246 – 249.

Besluit

Ons eerste besluit moet zijn of Descartes' *Le Monde* filosofisch of wiskundig was. In *Le Monde* doet Descartes een eerste poging om de metafysische filosofie te verenigen met de betrouwbare wiskundige aanpak. Als basis gebruikt hij de antieke atoomleer van Epicurus. Descartes meende echter dat er geen lege ruimtes bestonden. Ook nam Descartes Beeckman's idee van beweging over. Zijn vernieuwing ligt in het concept van universele natuurwetten die de beweging van deeltjes voorschrijven. Door die vaststaande regels toe te passen op de met deeltjes gevulde ruimte ontstaat een alomvattend systeem waarin de werking in de kosmos verklaard wordt.

Descartes' wereldbeeld is een beredeneerd geheel van bewegende deeltjes. Zijn poging om een wiskundig wereldbeeld te bereiken is echter niet geslaagd. In *Le Monde* is geen enkel bewijs te vinden van wiskundige berekeningen die zijn theorie ondersteunen. Materie in beweging is ontoereikend om natuurverschijnselen te verklaren. Dat blijkt uit de inconsistenties in Descartes' hoofdstukken over kometen en de getijden. Descartes beschrijft het universum kwalitatief en niet kwantitatief.

Zijn uitleg van de ruimte in termen van materie en beweging leidt wel tot een mechanisch wereldbeeld. Materie met een eigen wil, doelgerichtheid of goddelijke sturing van de natuur zijn door Descartes' uit de wereld verbannen. Hij legt alle processen in het universum uit in termen van materie en beweging. Dat was ook een vernieuwing: hogere machten hadden geen toegang tot Descartes' wereld. De invloed van deze vernieuwing blijkt uit de ophef die het veroorzaakte onder christelijke leiders.

De afwezigheid van wiskundige ondersteuning maakt dat Descartes wereldbeeld niet mathematisch genoemd kan worden. Descartes' model kan achteraf wel worden gezien als een aanzet naar een mathematisering van het wereldbeeld. Zijn vergeefse poging tot een wiskundige opgebouwde wereld droeg bij aan het uiteindelijk bereiken daarvan. Anderen bouwden immers voort op zijn mechanische wereldbeeld. Een wiskundige uitleg van ons universum kwam pas met Newton. Uit Newton's wereldbeeld bleek wat bij Descartes ontbrak. Descartes had het idee van kracht nooit kunnen bedenken. Door materie geen kwaliteiten toe te kennen maar enkel ruimtelijke eigenschappen verwierp hij de mogelijkheid van krachtwerking in deeltjes. Descartes' deeltjes mochten alleen bewegen. Newton legde zichzelf deze beperking niet op en kon daardoor tot zijn buitengewone inzicht komen.

Naar mijn mening is Descartes' wereldbeeld dus niet wiskundig of filosofisch maar mechanisch. Laten we nu bepalen welk van de boeken het meest aansluit bij *Le Monde*.

Descartes staat in hoog aanzien in het boek van Vermij. Vermij's beschrijving van de bijdrage van Descartes aan de Wetenschappelijke Revolutie is echter niet volledig terecht. Hoewel Vermij erkent dat Descartes' uitleg van de kosmos niet wiskundig is, beschouwt hij de mathematisering van het wereldbeeld toch als een prestatie van Descartes. Deze beoordeling is niet in overeenstemming met *Le Monde*.

Cohen neemt een standpunt in aan het andere uiteinde. Hij vindt dat Descartes' wereldbeeld een natuurfilosofie is en plaatst Descartes in de Atheense traditie. Cohen houdt vol dat de Atheense natuurfilosofie gescheiden was van de wiskundige praktijk. Deze beoordeling doet Descartes tekort. Zijn wereldbeeld was niet slechts een voortzetting van de Atheense filosofische traditie. Descartes trad buiten de kaders van de natuurfilosofie

door een wiskundige denktrant met metafysische ideeën te combineren. In tegenstelling tot wat Cohen betoogt vond er al voor Newton een poging tot synthese plaats van afgezonderde disciplines. Descartes heeft geen wiskundig wereldbeeld bereikt maar wel een mechanische verklaring voor het universum. Cohen meent dat *Le Monde* een natuurfilosofie is en dat is niet terecht.

Henry en McClellan en Dorn nemen de gewenste tussenposities in. McClellan en Dorn's inhoudelijke behandeling van Descartes' leer is beperkt. Zij beschouwen zijn leer als een mechanisch wereldbeeld en onderscheiden dat van de wiskundige theorie van Newton. Zij richten zich op de betekenis van Descartes' wereldbeeld voor de ontwikkeling van de natuurwetenschap. Ze vinden de integratie van de deelen van voorgangers in een alomvattend systeem Descartes' belangrijkste bijdrage. Maar ze hebben weinig aandacht voor de door Descartes' zelf toegevoegde elementen die zijn wereldbeeld vernieuwend maken.

Het boek van Henry is ten aanzien van *Le Monde* het meest volledig. Hij noemt Descartes' ambitie om een wiskundige verklaring van de kosmos te bereiken maar vindt ook dat het resultaat van deze poging geen wiskundig maar een mechanisch wereldbeeld is. Hij bespreekt tevens de tegenstrijdigheden in zijn leer en erkent zijn vernieuwende godsbeeld. Daarnaast ziet Henry Descartes' mechanisch wereldbeeld als een belangrijke bijdrage aan de ontwikkeling van een wiskundig wereldbeeld dat door Newton werd bereikt.

2 Wetenschap in de wereld

De titel van McClellan en Dorn's boek geeft precies aan wat de lezer kan verwachten. Zij geven een overzicht van het verloop van de wetenschap en de technologie binnen de wereldgeschiedenis. Zij bekijken de bewegingen in de wetenschap en de technologie vanuit ontwikkelingen in de beschavingen en samenlevingen. De auteurs leggen zich zowel wat betreft plaats als tijd geen beperkingen op. In de inleiding verduidelijken ze hun doelstelling. Ze willen laten zien dat wetenschap en technologie verschillende kennisgebieden zijn die zich los van elkaar hebben ontwikkeld. Zij zetten zich dus af tegen de opvatting dat technologie de toepassing is van wetenschappelijke kennis. Het ontkoppelen van wetenschappelijke kennis en technologische ontwikkeling is kenmerkend voor hun benadering van het onderwerp. Zij zijn huiverig in het leggen van verbanden of het trekken van conclusies. McClellan en Dorn stellen zich op als toeschouwers die observeren en noteren. Hun methode is vergelijkbaar met die van een cultureel antropoloog: aanschouwen en vooral niet oordelen.

Deze opzet verschilt sterk met die van Cohen. Ook zijn titel maakt duidelijk waar zijn boek over gaat: een verklaring voor het ontstaan van de moderne natuurwetenschap. Ook hij specificiert zijn onderwerp in de inleiding. Hij zoekt namelijk naar een verklaring voor het ontstaan van de moderne natuurwetenschap in Europa. Met andere woorden: waarom is de moderne natuurwetenschap niet buiten Europa ontstaan? Om die vraag te beantwoorden moet hij doen wat McClellan en Dorn willen vermijden. Hij moet beoordelen welke gebeurtenissen of omstandigheden hebben geleid tot de Wetenschappelijke Revolutie. Dat moeten verschijnselen zijn geweest die in Europa wel en elders niet aanwezig waren. Cohen's vraagstelling dwingt hem dus tot vergelijken.

Hun verschillende insteek heeft gevolgen voor de behandeling van beschavingen en samenlevingen. McClellan en Dorn's beschrijving van de ontwikkeling van wetenschap en technologie begint bij het Paleolithicum en eindigt in de 21^e eeuw. Eén voor één lopen zij de vroegste beschavingen langs en stellen voor elk van hen vast of er sprake was van een wetenschappelijke of technologische praktijk en zo ja, in welke vorm. Ook geografisch gezien streven McClellan en Dorn naar volledigheid. Cohen beschrijft de 'Alexandrijnse' en 'Atheense' Grieken, China, de Islambeschaving en Europa. McClellan en Dorn bespreken daarnaast de Romeinen, India, de Maya's, Azteken en Inca's in Meso-Amerika en de inwoners van Noord-Amerika. McClellan en Dorn benoemen overeenkomsten en verschillen tussen de samenlevingen maar hanteren hierbij geen maatstaf. Zij vinden elke beschaving en haar geschiedenis noemenswaardig. Daarbij letten ze er op de technologie op zichzelf te behandelen omdat die door historici doorgaans slechts werd beschouwd als de toepassing van wetenschappelijke kennis.

Cohen hanteert wel een norm: Europa in de Renaissance. Daar vond immers een Wetenschappelijke Revolutie plaats en ontstond de moderne natuurwetenschap. Om uit te leggen waarom de kennisbeoefening in Europa doorzette en elders niet heeft hij een verklaringsmodel opgesteld. Hij meent dat wetenschappelijke vooruitgang afhankelijk is van een aantal voorwaarden: natuurkennis moet ontwikkelingspotentieel bezitten, de natuurkennis moet in een andere culturele omgeving worden getransplanteerd en de mogelijkheden tot transformatie van de getransplanteerde natuurkennis moeten daar benut worden. Het gevolg van dit verklaringsmodel is dat Cohen's beschrijving van de ontwikkeling van de natuurwetenschap beperkt is tot die van regio's en periodes die zijn verklaringsmodel ondersteunen. Omdat de natuurwetenschap van de Wetenschappelijke Revolutie haar oorsprong vindt in de Alexandrijnse en Atheense kennis begint Cohen zijn betoog met de Griekse Oudheid. Cohen gebruikt China en de Islambeschaving als voorbeelden van kennisbeoefening

buiten Europa. Deze twee regio's kiest hij om de verschillen met respectievelijk de Griekse natuurkennis in de Oudheid en de kennispraktijk in Renaissance-Europa te illustreren. In tegenstelling tot McClellan en Dorn vindt Cohen dat de ontwikkeling van natuurkennis in verschillende beschavingen en verschillende periodes wel met elkaar vergeleken kan worden. Voor een antwoord op zijn onderzoeksvraag is een vergelijking zelfs onmisbaar.

Cohen vergelijkt de Chinese en Griekse natuurkennis die ontstond in de 6^e eeuw voor Christus en besluit dat de Chinese natuurkennis het vereiste ontwikkelingspotentieel miste. De Griekse natuurkennis bezat dat wel en werd in de 8^e eeuw na Christus deels overgenomen door de Islambeschaving. Aan de eerste twee voorwaarden werd dus voldaan. Maar een reeks van invasies van nomadenvolken in de Islambeschaving beëindigde rond 1050 de ingezette transformatie.

Cohen spreekt geen waarderend oordeel uit over de praktijk van natuurkennis in beschavingen buiten Europa. Wel wijst hij op de aanwezige of ontbrekende omstandigheden die bepalend zijn geweest voor het uitblijven van een Wetenschappelijke Revolutie. Renaissance-Europa voldeed aan de door Cohen aangewezen voorwaarden voor het ontstaan van een voortdurend vernieuwende kennispraktijk. Daarnaast werd de ontwikkeling van natuurkennis in vroegmodern Europa geholpen door wat Cohen eigenaardigheden en toevalligheden noemt.

McClellan en Dorn beschrijven de ontwikkeling van wetenschap en technologie in beschavingen buiten Europa en erkennen in elk van deze beschavingen ook een neergang in de kennisbeoefening. Ook noemen ze mogelijke oorzaken voor deze daling die door historici geopperd zijn. Maar ze benadrukken dat een enkele verklaring voor de afname in wetenschappelijke activiteit buiten Europa onmogelijk de complexiteit van de geschiedenis kan omvatten. Ze veroordelen de vraag waarom een Wetenschappelijke Revolutie in bijvoorbeeld

China of de Islambeschaving uitbleef. Het is volgens hen onjuist om te verwachten dat wetenschap zich zou ontwikkelen als in Europa en om te vragen waarom dit niet is gebeurd.

Wat Cohen probeert, wordt dus door McClellan en Dorn afgekeurd. Toch verdienen dergelijke pogingen aanmoediging. Ze verheffen de geschiedschrijving van een wetenschap die opeenvolgende gebeurtenissen beschrijft tot een wetenschap die grip wil krijgen op het verleden en wil begrijpen waarom ons verleden zó is en niet anders. Bij een betoog zoals dat geschreven door Cohen moet de lezer beseffen dat de auteur zijn voorstelling van de geschiedenis geeft. Het is één van de interpretaties van het ontstaan van de moderne natuurwetenschap. Maar in dit geval wel een overtuigende.

3 Over geschiedschrijving

De boeken van Cohen, Henry, Vermij en McClellan en Dorn behandelen allemaal de ontwikkeling van de moderne natuurwetenschap. Zij erkennen dat er zoiets heeft plaatsgevonden als een Wetenschappelijke Revolutie maar verschillen grotendeels van inzicht over de rest. De periodisering van de Revolutie, de personen en ideeën die er aan hebben bijgedragen en de rol die de Renaissance en Reformatie er in speelden zijn onderwerpen waarover de historici van mening verschillen. Deze verschillen ontstaan deels door hun verschillende invalshoeken. De auteurs hebben allen een andere motivatie. Hetzij een opdracht van de uitgever, een opgemerkte leegte in de geschiedschrijving of een persoonlijke fascinatie voor één van de geleerden. Een andere insteek betekent een andere methode, andere bronnen, andere verbanden en uiteindelijk een andere uitkomst. Het resultaat is vier verschillende interpretaties van dezelfde Wetenschappelijke Revolutie.

McClellan en Dorn willen de geschiedenis van de wetenschap en technologie sociologisch verklaren. Volgens hen wordt wetenschappelijke en technologische ontwikkeling gestuurd door maatschappelijke veranderingen en behoeften van de samenleving. Zij noemen de steun van vorsten voor technologische vernieuwing en de institutionalisering van wetenschappelijke activiteit als belangrijke factoren voor de opbloei van beide kennisgebieden. Ook de Militaire Revolutie, de Renaissance en de Inquisitie waren volgens McClellan en Dorn nauw verbonden met de ontwikkeling van wetenschap en technologie. De Wetenschappelijke Revolutie is dus niet de verdienste geweest van één of meerdere geleerden met vernieuwende ideeën.

Vermij ziet dat volledig anders. Voor hem vormt Descartes' leer het middelpunt van zijn boek. Hij beschouwt de Wetenschappelijke Revolutie als een ontwikkeling naar de mathematisering van het wereldbeeld: de Aristoteliaanse filosofie werd vervangen door Descartes' mechanische

universum dat door Newton wiskundig werd afgewerkt. Waarom kiest Vermij Descartes en niet Newton als revolutionair figuur? Vermij deelt de geschiedenis van de wetenschap op in elkaar afwisselende wereldbeelden. Nieuwe wereldbeelden veroorzaken revoluties; detailkwesties niet. Descartes kwam in tegenstelling tot Newton met een alomvattend wereldbeeld. Vermij lijkt de Wetenschappelijke Revolutie grotendeels toe te schrijven aan één persoon. Dat is een traditionele opvatting die aansluit bij zijn klassieke periodisering.

Cohen's betoog is in tegenstelling tot Vermij's beschrijving wel vernieuwend. Hij streeft niet naar de zoveelste uiteenzetting over de Wetenschappelijke Revolutie maar wil het ontstaan van de moderne natuurwetenschap in Europa verklaren. Deze duidelijke onderzoeksvraag heeft gevolgen voor Cohen's methode. Om antwoord te geven op zijn vraag stelt hij een model op. Hij gebruikt gegevens die zijn model ondersteunen en negeert gegevens die dat niet doen. Cohen's boek is opiniërend en falsifieerbaar en nodigt daardoor uit tot weerwoord.

Henry behandelt naast zijn eigen ook andere meningen en probeert een historiografisch overzicht van de Wetenschappelijke Revolutie te geven. Zijn onderwerp verklaart zijn periodisering: Henry begint met de Renaissance en eindigt met Newton. Per thema bundelt hij de heersende opvattingen in de geschiedschrijving en voegt daar zijn eigen reactie op de status quo aan toe. Deze aanpak levert een uitgebalanceerd overzicht op.

De vier boeken maken duidelijk dat er over hetzelfde fenomeen uiteenlopende zienswijzen kunnen bestaan, die elk onderbouwd en controleerbaar zijn. Dat meerdere visies naast elkaar kunnen bestaan is kenmerkend voor de geschiedwetenschap. Geschiedenis is immers geen exacte wetenschap waarbij conclusies zijn na te meten of rekenen door het experiment te herhalen. Geschiedenis is een wetenschap met allerlei beperkingen. Ten eerste

behandelen historici een onderwerp dat onbereikbaar is: het verleden is geschiedenis. Historici kunnen zich enkel baseren op de overblijfselen van onze geschiedenis. Daarnaast worden historici in hun behandeling van bronnenmateriaal beïnvloed door hun eigen ideeën. Hun geslacht, afkomst, opvoeding en geloof spelen allemaal mee in hun beleving van tekstmateriaal. Daarnaast is geschiedschrijving een talige praktijk: historici vertalen en interpreteren geschreven bronnen en verwerken deze in woorden die vervolgens door de lezer geïnterpreteerd worden.

Het resultaat van deze eigenaardigheden die de geschiedschrijving kenmerken is een veelheid aan visies. Deze visies sluiten elkaar niet uit maar vullen elkaar aan. Ieder historisch onderzoek of historiografische vergelijking voegt weer een nieuwe interpretatie toe aan het geheel aan visies over het verleden. De veelheid aan zienswijzen moet daarom niet gezien worden als een zwakte van de geschiedschrijving. Elke gefundeerde zienswijze is een poging tot een vergroting van het begrip van ons verleden. Zolang we ons bewust zijn dat geschiedschrijving ons niet alleen wat over het verleden maar ook wat over onszelf vertelt vormt de verscheidenheid van de geschiedschrijving haar grootste rijkdom.

Literatuur

Cohen, F., *De herschepping van de wereld. Het ontstaan van de moderne natuurwetenschap verklaard* (6^e druk; Amsterdam 2008)

Cottingham, J., (ed.) *The Cambridge Companion to Descartes* (1^e druk; Cambridge 1992)

Descartes, R., (vert. Holierhoek, J.,) *De wereld, De mens, Het zoeken naar de waarheid* (1^e druk; Amsterdam 2011)

Henry, J., *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science* (3^e druk; Hampshire 2008)

Iggers, G. G., *Historiography in the Twentieth Century. From Scientific Objectivity to the Postmodern Challenge* (2^e druk; Middletown 2005)

Jonker, E., *Historie. Over de blijvende behoefte aan geschiedenis* (2^e druk; Assen 2007)

Kramer, L., Maza, S. (ed.), *A Companion to Western Historical Thought* (2^e druk; Malden 2006)

McClellan III, J. E., Dorn, H., *Science and Technology in World History* (2^e druk; Baltimore 2006)

Ruler, H., *De uitgelezen Descartes* (1^e druk, Amsterdam 1999)

Vermij, R., *Kleine geschiedenis van de wetenschap* (4^e druk; Amsterdam 2010)