

Kennis is Macht

Robert Hooke en de Wetenschappelijke Revolutie

M. Dijkstra - 3415899

27-1-2012

Inleiding

In 1969 zette voor het eerst in de geschiedenis van de mensheid een mens voet op de maan. Een ongelofelijke expeditie gestoeld op de meest geavanceerde technologie. Een groot team van wetenschappers bereidde alles tot in de puntjes voor. De wetenschap had een grote sprong gemaakt door een man op de maan te zetten. Soms lijkt het alsof er geen rem is op de wetenschappelijke ontwikkeling. Maar wanneer is deze ontwikkeling dan in een versnelling geraakt? Veel historici spreken van een Revolutie in de Wetenschap tussen 1500 en 1700. Een ontwikkeling die een precedent heeft geschapen voor al het volgende wetenschappelijk onderzoek. De Britse historicus John Henry definieert deze Wetenschappelijke Revolutie op deze manier: 'The Scientific Revolution is the name given by historians of science to the period in European history when, arguably, the conceptual, methodological and institutional foundations of modern science were first established.'¹ Dit citaat komt uit zijn boek *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*(2008). In dit boek schetst hij een overzicht van de status van het huidige historisch debat over de Wetenschappelijke Revolutie. Wat opvalt in het citaat is het woord 'arguably' in de definitie. Dit woord wordt gebruikt omdat niet door alle historici het concept van een Wetenschappelijke Revolutie wordt aangenomen. Opvallend is bijvoorbeeld dat in het basishandboek van de bachelor opleiding geschiedenis aan de Universiteit Utrecht, *Western Civilization*, de term 'Scientific Revolution' in de index slechts en alleen gebruikt wordt voor de Neolithische Revolutie.² Het concept van een 'Wetenschappelijke Revolutie' heeft zich blijkbaar nog niet genoeg weten te funderen om genoemd te worden door Thomas F. X. Noble. Henry vervolgt zijn definiëring met een globale reden waarom veel historici dan wél spreken van een Wetenschappelijke Revolutie. Hij stelt dat het denken vóór de Wetenschappelijke Revolutie gebaseerd was op Aristoteles (384 – 322 v.Chr.) en zijn natuur filosofie en dat deze door de Wetenschappelijke Revolutie revolutionair is veranderd. Hij beschouwt de natuurfilosofie als 'kennis om de kennis'. De verandering die tussen 1500 en 1700 plaats vond is de verschuiving naar de 'kennis om het nut'. Hierbij hoort de kennisvergaring die alleen mogelijk is door het bestuderen van de wereld door middel van observaties en experimenten. Tevens is de wiskunde van een abstracte bezigheid verworpen tot de manier om het werken van het universum te verklaren.³

Veel historici vinden deze verandering zo revolutionair dat er gesproken kan worden van een Wetenschappelijke Revolutie. Andere historici zijn van mening dat het een geleidelijk proces is geweest dat meer dan twee eeuwen duurde en dat het voortkwam uit middeleeuwse

¹ J. Henry, *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science* (London 2008) 1.

² T.F.X. Noble ea., *Western Civilization: Beyond Boundaries* (Boston 2008) 7.

³ J. Henry, *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*, 1.

‘wetenschappelijke’ kennis. Hierdoor kan het niet in aanmerking kan komen voor de definitie revolutie.⁴ Cohen lost dit in zijn boek *De Herschepping van de Wereld* min of meer op door te spreken van ‘revolutionaire transformaties’, ontwikkelingen die zich uitstrekken over langere tijd, maar wel degelijk revolutionair zijn.⁵ Tevens is zijn belangrijkste punt juist geen continuïteit, maar discontinuïteit: de culturele transplantaties van de ‘wetenschappelijke kennis’. Deze maakten het mogelijk om kennis die uitgeput was in de ene cultuur te doen opbloeien en uitgroeien in de andere cultuur.

Wat in de literatuur over de Wetenschappelijke Revolutie verwarrend kan zijn, zijn de verschillende definities of semantiek historici gebruiken. Om dit duidelijk te maken beginnen historici vaak met het definiëren van de begrippen die ze gebruiken. Wanneer het gaat over wetenschap, kan dit heel verraderlijk zijn. Moderne wetenschap is namelijk niet te vergelijken met de wetenschap die beoefent werd ten tijde van de Wetenschappelijke Revolutie. Isaac Newton (1642- 1727), was volgens veel wetenschapshistorici een van de belangrijkste personen uit de Wetenschappelijke Revolutie. Toch beoefende hij naast wiskunde en natuurkunde bijvoorbeeld ook alchemie.⁶ Alchemie was de zoektocht naar het perfecte materiaal (goud) door middel van reacties te verkrijgen door het combineren van verschillende stoffen.⁷ Hiernaast was bijvoorbeeld lange tijd de astronomie het hulpmiddel van de astrologie.⁸ Naast deze ogenschijnlijke tegenstellingen vanuit ons perspectief, bestond er in die tijd ook niet zoiets als de wetenschappelijke methode. Dit is juist een van de verworvenheden van de Wetenschappelijke Revolutie. Dus als er in deze scriptie over wetenschap of wetenschappers wordt gesproken, moet men in de gaten houden dat dit toen anders was dan hoe wij nu deze begrippen kennen. Naast het begrip wetenschap komen ook disciplines aan bod zoals wiskunde en natuurkunde. Ook hier kan het verschillen hoe wij nu deze disciplines kennen in vergelijking met hoe dat was in de 17^e eeuw.

De boeken van Henry en Cohen zijn twee van de vier boeken die in deze scriptie uitvoerig aan bod komen. De andere twee zijn *Kleine Geschiedenis van de Wetenschap* van Rienk Vermij en *Science and Technology in World History* van James McClellan & Harold Dorn. Alle boeken hebben een verschillende kijk op de Wetenschappelijke Revolutie. Deze visies zullen niet allemaal met elkaar vergeleken kunnen worden, omdat dit te zou breed zijn. Daarom wordt er in één casus een deel van de verschillende visies belicht.

⁴ Ibidem, 3.

⁵ H. F. Cohen, *De herschepping van de wereld* (2007 Amsterdam), 110.

⁶ J. Henry, *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*, 10.

⁷ Ibidem, 115.

⁸ R. Vermij, *Kleine geschiedenis van de wetenschap* (Amsterdam 2010) 29.

De casus is het boek *Micrographia* uit 1665 en haar auteur Robert Hooke (1635-1702). In dit boek presenteert Hooke voornamelijk de bevindingen die hij heeft gedaan met zijn microscoop.⁹ Naast deze bevindingen deelt hij ook zijn visie ten opzichte van het wetenschappelijk bedrijf. Hij legt uitvoerig uit wat zijn ideaalbeeld is van hoe kennis vergaart dient te worden. Hooke is ook bekend als de *Curator of Experiments* bij de Royal Society.¹⁰ Een groep beoefenaars van experimenten, geïnspireerd door de experimentele methode van Francis Bacon (1561-1626).¹¹ Hoe Hooke en zijn boek *Micrographia* zich verhoudt tot het grote plaatje van de Wetenschappelijke Revolutie zal het onderwerp zijn van het eerste hoofdstuk. Hierbij zal een overzicht gegeven worden van de verschillende manieren waarop Hooke in de Wetenschappelijke Revolutie is gepast door de auteurs van de vier boeken. In het tweede hoofdstuk worden de visies die Cohen en McClellan & Dorn hebben ten opzichte van de wetenschapsgeschiedenis in het 'niet-Westen' vergeleken. Tot slot zal in worden gegaan op de vraag die allicht bij het lezen van het begin van deze inleiding bij u al naar voren is gekomen: Waarom is er zoveel discrepantie tussen, in dit geval, wetenschapshistorici? Wat zegt dit over de geschiedwetenschap als wetenschap in het algemeen?

⁹ J. McClellan en H. Dorn, *Science and Technology in World History* (Baltimore 2006) 244.

¹⁰ H. F. Cohen, *De herschepping van de wereld*, 215.

¹¹ J. Henry, *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*, 48.

Robert Hooke en zijn bijdrage aan de Wetenschappelijke Revolutie

Ondanks dat er in deze scriptie vooral aandacht besteed wordt aan de bijdrage van Robert Hooke aan, en zijn rol in de Wetenschappelijk Revolutie, mag een klein overzicht van zijn leven niet ontbreken. Hierbij wordt veel gebruikt gemaakt van het boek *Restless Genius: Robert Hooke and his earthly thoughts* van E.T. Drake. Een boek wat zich richt op Hooke als pionier in de geologie, maar het eerste hoofdstuk is uitermate geschikt als biografie van Hooke. E.T. Drake is een historicus verbonden aan de State University van Oregon.

Biografie

Robert Hooke werd op 18 juli 1635 op het eiland Wight geboren. Zijn vader was een *curate*, assistent van de priester.¹² Hooke schrijft in zijn autobiografie, die hij begon te schrijven in 1679, dat hij op jonge leeftijd al gefascineerd was door techniek en mechanismen, welke hij na ging bouwen op schaal. Nadat zijn vader overleed in 1648, werd Hooke leerling van de portretschilder Sir Peter Lely (1618-1680) in Londen. Echter kreeg hij hoofdpijn van olieverbinding en moest hij zijn toekomst als portretschilder aan de wilgen hangen.¹³ In Westminster ging hij vervolgens naar school, en zo kwamen een aantal van Hooke's kwaliteiten al aan het licht. Hij leerde daar Grieks, Latijn en een beetje Hebreeuws en Oosterse talen. In 1653 vertrok Hooke naar Oxford University, waar hij John Wilkins (1614-1672) ontmoette.¹⁴ John Wilkins was het hoofd van Wadham College en was een invloedrijk en stimulerende factor in de Royal Society. Over het ontstaan van de Royal Society bestaat enige onduidelijkheid. Waarschijnlijk zijn het twee groepen geweest die zich in Londen en het Wadham College concentreerde. Deze groepen deelden echter veel met elkaar en waren eigenlijk als één groep, ze smelten uiteindelijk samen in 1650 om officieus de Royal Society te vormen.¹⁵ In 1655 werd Hooke assistent van dokter Thomas Willis (1621-1675), die zich bezig hield met 'chemische' experimenten. Tegelijkertijd begon Hooke met het bezoeken van de bijeenkomsten van het gedeelte van de Royal Society dat zich in Oxford begaf, waar hij onder andere Robert Boyle (1627-1691) ontmoette. Het was voor Boyle dat Hooke in 1659 een vacuümpomp ontwikkelde, waardoor Boyle zijn wet over druk en volume van gas kon opstellen en bewijzen.¹⁶ Tevens ontwikkelde Hooke in respectievelijk 1656 en 1658 het ankerrad en de balanswiel aangedreven door een spiraalveer. Deze mechanische uitvindingen maakten het mogelijk om de nauwkeurigheid van het uurwerk, dat

¹² E.T. Drake, *Restless Genius: Robert Hooke and His Earthly Thoughts* (Oxford 1996), 10.

¹³ *Ibidem*, 11.

¹⁴ *Ibidem*, 12.

¹⁵ *Ibidem*, 13.

¹⁶ J. McClellan en H. Dorn, *Science and Technology in World History*, 272.

aangedreven werd door een veer in plaats van een slinger, sterk te verbeteren. Deze laatste uitvinding deed hij overigens waarschijnlijk tegelijk met Christiaan Huygens.¹⁷

In 1660 kwam Karel II (1630-1685) dankzij het parlement op de Engelse troon. Zo kwam er een einde aan het Engelse Gemenebest dat door Lord Protector Oliver Cromwell (1599-1658) werd geregeerd. Karel II gaf zijn goedkeuring aan de Royal Society en werd haar officiële patroon. Dit was slechts een formaliteit want Karel had niet genoeg vertrouwen in de Royal Society om ze daadwerkelijk financieel te steunen. Hij maakte publiekelijk zelfs grappen over zijn 'eigen' Royal Society.¹⁸ Hooke werd in 1662 unaniem aangesteld als *Curator of Experiment*.¹⁹ Als Curator was hij verantwoordelijk voor het uitvoeren van experimenten en leden konden hem opdracht geven om bepaalde experimenten uit te voeren en te demonstreren bij de bijeenkomsten van de Royal Society. In 1665 werd hij professor in de geometrie en kreeg hij zijn eigen kamer in het Gresham College, waar voortaan de bijeenkomsten van de Society zouden plaats vinden.²⁰ In 1665 bracht Hooke ook zijn boek *Micrographia* uit, in de rest van deze scriptie zal verder op dit boek worden ingegaan. Hooke was verder betrokken bij de wederopbouw van Londen, die door een grote brand in 1666 voor een deel was verwoest. Hij werkte hierbij nauw samen met Christopher Wren (1632-1723), die Hooke al langere tijd kende van de Royal Society.²¹ Hooke bleef tot zijn dood in 1703 betrokken bij de ontwikkelingen in de Royal Society. Zijn bijdrage aan de Royal Society in de vorm van nieuwe of vernieuwde instrumenten, vernieuwende theorieën en zijn talloze experimenten als 'Curator of Experiments' hebben voor een groot deel bijgedragen aan de ontwikkeling die de Royal Society doormaakte. In de volgende paragraaf is te lezen wat voor bijdrages hij heeft geleverd en waarom deze zoveel hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van de Royal Society. Tevens worden deze bijdrages bekeken vanuit het perspectief van Cohen, Henry, McClellan & Dorn en Vermij.

¹⁷ E.T. Drake, *Restless Genius: Robert Hooke and His Earthly Thoughts*, 16.

¹⁸ J. McClellan en H. Dorn, *Science and Technology in World History*, 256.

¹⁹ E.T. Drake, *Restless Genius: Robert Hooke and His Earthly Thoughts*, 17.

²⁰ *Ibidem*, 17.

²¹ *Ibidem*, 34.

Francis Bacon en het Engelse denken

In 1620, vijftien jaar voor de geboorte van Hooke bracht Francis Bacon zijn boek *Novum Organum* uit. De titel was een intentionele woordspeling op het boek *Organon* van Aristoteles. Bacon hekelt hierin de traditionele natuurfilosofie. Natuurfilosofie is een term die al eerder is genoemd, maar voor de duidelijkheid zal deze uitgelegd worden. In de vier boeken die de fundering vormen van deze scriptie, komt bij allen de term natuurfilosofie voor. Deze term heeft, met uitzondering van Vermij, bij alle schrijvers min of meer dezelfde betekenis. Vermij gebruikt in plaats van natuurfilosofie vaak de term natuurwetenschap. Henry definieert, vrij vertaald, natuurfilosofie als volgt: 'De poging om te begrijpen en uit te leggen hoe de natuurlijke wereld werkt. Het staat niet gelijk aan wetenschap, want een aantal aspecten die wij nu als onmisbaar typeren aan de wetenschap, ontbraken bij de natuurfilosofie tot de Wetenschappelijke Revolutie.'²² Hieraan voegt hij toe dat natuurfilosofie vooral blijft bij denken en niet gecombineerd wordt met experiment of wiskunde. Wanneer Cohen in zijn boek het begrip natuurfilosofie gebruikt bedoelt hij een wereldbeeld dat gebaseerd is op de Atheense kennisstructuur, 'dus in elkaar steekt als een allesverklarend, met zekerheid geponeerd samenstel van eerste beginselen waardoor de wereld in haar totaliteit wordt gekenmerkt.'²³

In *Novum Organum* gebruikte Bacon een metafoor die illustrerend was voor de manier waarop hij naar de natuurfilosofie keek. Hierin schetste Bacon een beeld van drie verschillende manieren van kennis vergaren. Die van de mier, de spin en de bij.²⁴ De spin stelt de natuurfilosofen voor, die vanuit de beginselen werd steeds verder gebouwd aan de natuurfilosofie. Zoals een spin die een web maakt van zijn eigen rag. De mieren vergeleek hij met de beoefenaars van het experiment. Bij de mieren ligt de nadruk op het verzamelen van waarnemingen, maar het ontbreekt aan samenhang en doel.²⁵ Bacon vond dat kennis over de natuur vergaart moest worden op de manier van de bijen. Dit was een georganiseerde stelselmatige methode, die kennis kon verwerken tot nuttige theorieën. Kennis was nuttig en kon gebruikt worden om alles mogelijk te maken.²⁶ Deze opvattingen van Bacon waren van grote invloed op vooral het Engelse wetenschappelijke denken. Zijn utopische 'Salomon's House' die hij beschreef in zijn boek *New Atlantis*, wordt gezien als één van de inspiraties achter de Royal Society.²⁷ 'Salomon's House' zag Bacon als een instituut dat door de staat gesponsord werd en dat alle wetenschappelijke kennis zou verzamelen en daarnaast een centrum van geleerdheid was. De experimentele methode had bij de Royal Society dan ook een

²² J. Henry, *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*, 125.

²³ H. F. Cohen, *De herschepping van de wereld*, 22.

²⁴ F. Bacon, *Novum Organum*, Aforisme 95.

²⁵ H. F. Cohen, *De herschepping van de wereld*, 47.

²⁶ *Ibidem*, 137.

²⁷ J. Henry, *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*, 48.

belangrijke plaats en had op Robert Hooke een grote invloed. Dit is direct terug te zien in zijn werk *Micrographia*.

De *Micrographia*

Micrographia bestaat uit meerdere delen. Allereerst draagt Hooke zijn boek op aan de koning, Karel II van Engeland, die vijf jaar voor het uitkomen van het boek de troon besteeg. Hij bedankt de koning voor zijn patronage en beschouwt het als terecht dat de vruchten van de patronage de koning toe komen.²⁸ Tevens geeft hij aan dat andere leden van de Royal Society zich bezig houden met zaken die belangrijker zijn voor een koning, zoals de verbetering van de productie, economie, landbouw en navigatie. Hooke stelt heel nederig dat zijn bijdrage past bij de 'kleinheid' van zijn mogelijkheden.²⁹ Vervolgens richt Hooke zich tot de Royal Society. Hij vraagt alvast vergiffenis voor het al dan niet dogmatiseren van zijn eigen opvattingen. Hij benadrukt dat ze slechts als vermoedens en vraagstellingen gezien moeten worden. Wanneer hij de fout blijkt in te zijn gegaan, dan is dat geheel zijn eigen schuld en niet de reden van verkeerde richtlijnen van de Royal Society.³⁰ Na deze toedracht volgt het voorwoord, dat 32 pagina's beslaat. Hierin legt hij uit waar hij mee bezig is geweest, wat voor instrumenten hij heeft ontwikkeld en hoe deze werken. Tevens bepleit hij uitvoerig hoe hij vindt dat wetenschap uitgevoerd dient te worden. Na het voorwoord volgen er 58 observaties die hij heeft gedaan met zijn microscoop en twee observaties die hij heeft gedaan met een telescoop. De observaties zijn zeer verschillend. Er zitten veel observaties van insecten bij, maar Hooke beschrijft ook planten, weefsels, vloeistoffen, etc. Hooke begint zijn voorwoord op een typisch Baconiaanse wijze: 'we have also the power of considering, comparing altering, assisting and improving them -the works of Nature- to various uses.' en: 'By the addition of such artificial instruments and methods, there may be, in some manner, a reparation made for the mischiefs, and imperfection, mankind has drawn upon itself...'^{31,32} Het vergaren van natuurkennis kan volgens Hooke ten prooi vallen aan vele soorten fouten. Hij onderscheid drie begrippen waar zich fouten kunnen voordoen: de Senses, de Memory en de Reason/Understanding.^{33,34}

De Senses, oftewel de zintuigen, moeten volgens Hooke zeer goed in de gaten gehouden worden. Men moet reële en schijn waarnemingen uit elkaar houden. Het gaat niet om de hoeveelheid waarnemingen, maar om de kwaliteit van de waarneming. De minst betekenisvolle

²⁸ R. Hooke, *Micrographia: Or some Physiological Descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with Observations and Inquiries thereupon* (London 1667) A2.

²⁹ R. Hooke, *Micrographia*, A3.

³⁰ Ibidem, To the Royal Society.

³¹ Ibidem, a1.

³² H. F. Cohen, *De herschepping van de wereld*, 137.

³³ R. Hooke, *Micrographia*, a1.

³⁴ Ibidem, a3.

waarnemingen moeten echter niet verwaarloosd worden.³⁵ Het tekort komen van de zintuigen kan volgens Hooke ten dele en waarschijnlijk helemaal opgelost worden door het gebruik van instrumenten. Door het verder versterken van microscopen en telescopen, zal volgens Hooke helemaal niets het menselijk oog nog ontgaan.^{36, 37} Hij benadrukt dat de zintuigen het belangrijkste middel zijn om te komen tot kennis over de werking van de natuur. Hij hoopt dat zijn werk kan bijdragen aan 'de reformatie in de filosofie'. Dat 'een oprechte hand en een waarheidsgetrouw oog' belangrijker zijn dan de kracht van verbeelding, de exactheid van de methode en de diepte van de overdenking.³⁸ Hij zal daarom in zijn werk ook niet beginnen aan het hoe en waarom van hetgeen hij heeft waargenomen. Wanneer hij dit toch doet dan zijn het slechts 'onzekere gissingen en twijfelachtige problemen'.³⁹ Dit past precies in het straatje van Bacon, die stelt dat men terughoudend moet zijn met het trekken van conclusies uit experimenten.⁴⁰ Hooke had het inzicht dat zoals de makers van zijn lenzen het mogelijk maakte voor hem om ontdekkingen te doen, zijn ontdekkingen op dezelfde manier konden bijdragen aan een meer betekenisvolle 'superstructuur', die door iemand anders in elkaar zou worden gezet.⁴¹

Over Memory zegt Hooke vrij weinig, omdat hij in een ander werk hier verder op in wil gaan. De moeilijkheden in het geheugen zitten volgens hem in het beoordelen wat belangrijk is om op te slaan, hoe het goed bewaart kan blijven en op elk moment weer gereproduceerd kan worden.⁴² Hooke wil in het werk dat hij hierover wil gaan schrijven een aantal voorstellen doen hoe deze problemen opgelost kunnen worden, door middel van een natuurgeschiedenis en filosofische tabellen.

Als laatste wil Hooke de menselijke rede en het begrip onder handen nemen. Hieronder verstaat hij hetgeen wat alle informatie door de zintuigen en geheugen verkregen verwerkt en toetst en zo tot iets nuttigs maakt. Het begrip moeten volgens hem worden geassisteerd, zodat het voor fouten wordt behoed. Wanneer men iets wil begrijpen, moet men in een goede mate de 'extent' en de 'goodness' van de kennis bepalen. In hoeverre is de kennis geschikt en waarover zegt het iets? Wanneer men zich gaat concentreren op te veel zaken zal het begrip zwak zijn en onzeker. Wanneer men zich concentreert op slechts één zaak, zal het begrip te veel worden beperkt. Een gezonde

³⁵ Ibidem, a4.

³⁶ Ibidem, a5.

³⁷ Ibidem, b4.

³⁸ R. Hooke, *Micrographia*, a5.

³⁹ Ibidem, b1.

⁴⁰ H. F. Cohen, *De herschepping van de wereld*, 219.

⁴¹ R. Hooke, *Micrographia*, b2.

⁴² Ibidem, b2.

combinatie van de twee is volgens Hooke de weg naar een beter begrip.⁴³ Het begrip staat boven de zintuigen, maar het moet een meester zijn en geen tiran.⁴⁴ Hooke legt dit verder uit door te stellen dat het begrip niet op de zaken vooruit moet lopen en te snel conclusies moet trekken. Zeker moet het ook niet de zintuigen beperken in het verschaffen van kennis, maar het begrip moet wel degelijk de onregelmatigheden van de zintuigen in de gaten houden.⁴⁵

Concluderend sluit Hooke zijn handeling over het vergaren van natuurkennis af met een vergelijking met de bloedsomloop. Zoals het bloed in omloop is langs de handen, de longen, het hart en het hoofd en zo het lichaam in leven houdt, zo moet via een continu doorlopende cirkel de zintuigen, het geheugen en de rede, werkelijke kennis vergaart worden.⁴⁶ Hooke vervolgt zijn betoog met zijn optimistische visie op het ontwikkelen van instrumenten en versterken van de zintuigelijke waarneming. In een experiment heeft hij al een manier gevonden om via een draad sneller geluid over te dragen dan door de lucht.⁴⁷ Hij verwacht dat het reukvermogen ook versterkt kan worden, door bijvoorbeeld snel veel lucht door de neus te laten opnemen. Hij kan zich ook voorstellen dat door het gebruik van mechanica gassen ontdekt kunnen worden. Hij stelt zich al voor dat op deze manier gassen afkomstig van mineralen ontdekt kunnen worden zonder dat er gegraven hoeft te worden.⁴⁸ Ook de smaakpapillen denkt Hooke te kunnen verbeteren, hij denk hierbij aan het verschil in de smaakervaring wanneer iets bitter wordt gegeten voor dat men wijn drinkt. Ook ziet hij de thermometer als een verlengstuk van de tastzintuig, het neemt immers preciezer dan de tast verschil in temperaturen waar. Eveneens kan door een microscoop gekeken worden hoe ruw of glad een oppervlakte is, wanneer de tast dit onderscheid niet meer kan maken.⁴⁹

Deze instrumenten zijn voor Hooke van groot belang voor de ontwikkeling van het onderzoek naar de natuur. Daarom beschrijft hij ze op een zeer uitvoerige manier, ondersteund door illustraties. Op deze manier is het voor geïnteresseerden ook makkelijker de instrumenten na te maken en de experimenten zelf te testen op hun betrouwbaarheid. Instrumenten die Hooke op deze uitvoerige manier beschrijft zijn een barometer met wijzerplaat, de microscoop, een apparaat die helpt bij het fabriceren van lenzen en een meetinstrument voor het bepalen van brekingshoeken in vloeistoffen. In feite komt Hooke weer terug op het belangrijkste doel van zijn werk: de zintuigen, het geheugen en het begrip behoeden voor fouten en het verbeteren ervan. Hij vervolgt namelijk door het belang aan te tonen van een goede beschrijving en uitleg in een wetenschappelijk werk en de juiste

⁴³ Ibidem, b2.

⁴⁴ Ibidem, b3.

⁴⁵ Ibidem, b3.

⁴⁶ R. Hooke, *Micrographia*, b3.

⁴⁷ Ibidem, b4.

⁴⁸ Ibidem, c2.

⁴⁹ Ibidem, c4.

publicatie ervan.⁵⁰ Hij legt uit dat door middel van de zintuiglijke waarnemingen en veel publicaties ervan er begrip kan ontstaan over hoe de natuur werkt. Een begrip wat door de actieve participatie van een groep wetenschappers behoed zal zijn voor fouten.⁵¹ Dit alles noemt hij de 'Experimental Philosophy'.⁵²

Hooke wijdt een groot deel van het voorwoord aan zijn pionierswerk met de microscoop. Onder andere beschrijft hij hoe door middel van een lamp, een glazen bol gevuld met pek en een lens, zijn probleem met de belichting van het object oplost.⁵³ Hij vertelt wat hij allemaal ziet door de microscoop en hoe schaduw veroorzaakt door de lichtbron schijnwaarnemingen kan veroorzaken.⁵⁴ Hij sluit af met een ode aan de Royal Society en dankbetuigingen aan leden ervan.

Van de zestig observaties die na het voorwoord volgen zullen nog kort twee nader bekeken worden. Hooke's eerste observatie is tevens een introductie in hoe hij te werk gegaan is. Hij wil bij het begin beginnen en neemt dus als eerste observatie een makkelijk object, de punt van een naald. Hooke is vooral benieuwd hoe een punt die, in zijn ogen, convergeert tot in het niets, zich laat beelden door de microscoop. Hij is verrast om te zien dat wat zo scherp leek, door de microscoop gezien er juist bot uit ziet. Ook is het oppervlak dat zo glad en vlak leek getransformeerd in een ruw landschap. Hooke valt het op dat haren bijvoorbeeld scherper zijn dan een naald. Toch denkt Hooke, dat wanneer de microscopen sterker worden ook zal blijken dat deze eindigen in botte punten.⁵⁵ Alhoewel Hooke in zijn voorwoord uitlegt hoe hij de schaal van zijn vergroting berekent, laat hij niet weten welke schaal dit uiteindelijk is. Bij deze eerste observatie heeft hij een schaal toegevoegd, waardoor een aardige schatting gemaakt kan worden. De vergroting van zijn microscoop zou ruwweg uitkomen op honderd keer. Naast de punt van de naald heeft Hooke ook een stip, gemaakt met zijn pen, onder zijn microscoop bekeken wat vooral illustreert hoe groot de microscoop kan vergroten.

Zijn tweede observatie is die van de vlo. De bijgevoegde illustratie spreekt zeer tot de verbeelding. Met het blote oog is een vlo bijna niet te zien, maar door de vergroting is in een keer duidelijk hoe een vlo er uit ziet. Hooke is onder de indruk van de kracht en de schoonheid van het beestje. Hij beschrijft hoe de poten van de vlo volgens hem zouden werken. Hij benoemt een paar

⁵⁰ Ibidem, d1.

⁵¹ Ibidem, d1.

⁵² Ibidem, d3.

⁵³ Ibidem, e1.

⁵⁴ R. Hooke, *Micrographia*, f4.

⁵⁵ Ibidem, 2.

delen van het lichaam om vervolgens de lezer voor meer informatie verder te verwijzen naar zijn illustratie.⁵⁶

De *Micrographia* van Hooke is voor een groot deel bedoeld om de 'Experimental Philosophy' van Hooke aan de man te brengen. Hooke is duidelijk erg optimistisch over de ontwikkelingen in deze 'Experimental Philosophy'. Hij verwacht net als Bacon dat alles mogelijk is. Veel van de waarnemingen die Hooke heeft gedaan, werden voor hem nog door niemand anders gezien. Hooke had het vermogen om zijn waarnemingen waarheidsgetrouw op papier te tekenen. Dit droeg bij aan de populariteit van het boek en de invloed die het heeft gehad op de microscopie. Wellicht dat zijn korte tijd als leerling van de schilder Lely bij heeft gedragen aan de prachtige tekeningen in de *Micrographia*.

Het Priority Dispute met Newton en de perspectieven van de vier boeken

Een belangrijk punt wat nog niet eerder genoemd is, is het zogeheten 'priority dispute' tussen Newton en Hooke omtrent het idee van zwaartekracht. Een soort patentenstrijd wat betreft de originaliteit van de ideeën. Dit kwam vaker voor, zowel bij Newton (Leibniz en calculus), als bij Hooke (Huygens en balanswiel).^{57,58} In 1679 hadden Newton en Hooke briefcontact over de wetten van Johannes Kepler (1571-1630). Hooke vertelde Newton dat de beweging van planeten verklaart kon worden door een kracht die afneemt met het kwadraat van de afstand, de ellips baan van Kepler.⁵⁹ Hooke had er geen wiskundig bewijs voor en volgens Cohen, was Hooke ook niet goed genoeg geschoold om dit bewijs ooit te kunnen leveren.⁶⁰ Newton had wel de nodige wiskundige kennis en ontdekte, deels door het idee van Hooke, de universele wetten van de zwaartekracht.⁶¹ Toen deze door Newton gepubliceerd werden in zijn werk *Principia* in 1687, wilde Hooke de eer krijgen, die hem toe kwam. Hooke beweerde dat het zijn originele idee was, en dat was het ook. Echter was een idee opperen niet hetzelfde als een idee uitvoerig uitwerken en ondersteunen met wiskundige bewijzen, stelde Newton. Helaas voor Hooke was binnen korte tijd iedereen het eens met Newton.⁶² Hooke had de strijd daarom al snel verloren. Door deze verschillen was er waarschijnlijk animositeit ontstaan tussen Newton en Hooke. McClellan & Dorn noemen Hooke zelfs de vijand van Newton.⁶³ Drake denkt dat deze vijandschap wellicht de reden is dat er geen portret meer bestaat van Hooke,

⁵⁶ Ibidem, 211.

⁵⁷ J. McClellan en H. Dorn, *Science and Technology in World History*, 262.

⁵⁸ E.T. Drake, *Restless Genius: Robert Hooke and His Earthly Thoughts*, 16.

⁵⁹ H. F. Cohen, *De herschepping van de wereld*, 244.

⁶⁰ Ibidem, 251.

⁶¹ H. F. Cohen, *De herschepping van de wereld*, 250.

⁶² J. Henry, *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*, 32.

⁶³ J. McClellan en H. Dorn, *Science and Technology in World History*. 262.

wat impliceert dat Newton er alles aan deed om Hooke uit de geschiedenisboeken te houden.⁶⁴ Henry geeft ook aan dat Hooke pas recentelijk weer meer een rol krijgt in de wetenschappelijke revolutie.⁶⁵ Dit zou een reden kunnen zijn dat Vermij Hooke slechts twee keer noemt in zijn boek. Een belangrijkere reden is waarschijnlijk de opbouw van het boek. Het ontvouwt zich rondom Descartes, heirin is nog wel plaats voor Newton. Hooke heeft daarentegen niet die de filosofieën van Descartes tot volledige wasdom heeft gebracht en blijft buitenspel.

Bij de andere drie auteurs is er een veel grotere belangstelling voor Hooke en zijn bijdrage aan de wetenschappelijke revolutie. McClellan & Dorn behandelen Hooke net als Vermij, als de microscopist van *Micrographia* en de mede uitvinder van de vacuümpomp. Daarbij erkennen ze dat Newton en Hooke hebben gecorrespondeerd over het idee van zwaartekracht.⁶⁶ Alleen dat het originele idee bij Hooke vandaan kwam vertellen ze niet. Een grote rol voor Hooke is dus ook niet terug te zien bij McClellan & Dorn.

Cohen en Henry besteden beiden veel aandacht aan Hooke. Beiden noemen het inzicht van Hooke betreffende de aantrekkingskracht van de zon. Het inzicht wat Newton overnam. Henry geeft de alchemie en magie een belangrijkere plek in zijn betoog dan Cohen. In de tijd van Newton werd er veel gediscussieerd over occulte (verborgen) krachten. In het Aristotelisch en Cartesiaanse wereldbeeld konden deze niet bestaan.⁶⁷ Dit zorgde ervoor dat Christiaan Huygens (1629-1695) en Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) het idee van zwaartekracht van Newton bestreden.⁶⁸ Volgens Henry was het voor Newton daarentegen wel mogelijk om het idee van Hooke zonder twijfel over te nemen. Newton was immers al geruime tijd bezig met alchemie en daarin was er wel plaats voor het occulte. Tevens bestond in de Engelse natuurfilosofie al zoiets als een 'active principle'.⁶⁹ Dit 'actieve principe' is een bedenkfel van Hooke, aldus Cohen.⁷⁰ Hooke bracht de hele wereld terug tot trillende deeltjes die consoneren of dissoneren met elkaar.⁷¹ De complexe natuurverschijnselen die Hooke waarnam door middel van zijn microscoop lieten hem twijfelen over de beperkte verklaring die het deeltjesdenken kon geven hierover. Daarom deed hij een toevoeging, een kracht die tot bewegen kon aanzetten, wat hij vervolgens 'Spiritus' noemde. De Latijnse versie van 'pneuma'.⁷² Een levenskracht die overal door hen werkt en samen met de materie het universum vormt, onderdeel

⁶⁴ E.T. Drake, *Restless Genius: Robert Hooke and His Earthly Thoughts*, 10.

⁶⁵ J. Henry, *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*, 32.

⁶⁶ J. McClellan en H. Dorn, *Science and Technology in World History*, 257.

⁶⁷ J. Henry, *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*, 66.

⁶⁸ *Ibidem*, 77.

⁶⁹ *Ibidem*, 64.

⁷⁰ H. F. Cohen, *De herschepping van de wereld*, 241.

⁷¹ *Ibidem*, 240.

⁷² *Ibidem*, 241.

van de filosofie van de stoa. Henry ziet duidelijke ontwikkelingen bij de Royal Society, maar kent deze niet direct toe aan Hooke. Wel noemt hij het trillingsdenken van Hooke, hierbij laat hij het 'Spiritus' weg. Het accepteren van occulte krachten in Engeland, gebeurde volgens hem wel door middel van het experiment. Samen met Boyle verklaarde Hooke dat krachten die van belang waren bij het persen van gassen, de veerbaarheid van de lucht was.⁷³ Henry geeft aan dat Hooke's werk invloed had op de ontwikkeling van wetenschappelijke instrumenten en vooral het nut er van liet in zien.⁷⁴ Cohen zegt dat Hooke 'de Royal Society heeft behouden voor een wegzinken in al te triviale vraagstellingen'.⁷⁵ Dit kwam doordat Hooke een man was van 'de vlotte zoal niet briljante inval'.⁷⁶ Daardoor kon hij als *Curator of Experiments* de bijeenkomsten van de Royal Society kleur geven en nieuwe stof geven tot discussie. Cohen verdeelt de wetenschap uit de renaissance in drie verschillende groepen. De natuurfilosofie uit Athene, de wiskunde en astronomie uit Alexandrië en de nieuwste vorm: het opsporend experiment. Volgens Cohen zijn er zes revolutionaire transformaties waar te nemen. De laatste was hoe Newton met wiskundige bewijs zijn natuuronderzoek onderbouwde en tevens de volledige synthese van wiskunde met natuurfilosofie met als uitkomst de universele gravitatiewet. Hiervoor was echter een andere revolutionaire transformatie nodig waarin Hooke een belangrijke rol speelt. Weliswaar deed hij dat samen met Boyle en de Newton voor 1687. Cohen noemt dit het 'Baconiaans brouwsel'. Het was het ontdoen van het dogmatische karakter van deeltjes in beweging en het koppelen ervan aan de opsporend-experimentele vorm van natuuronderzoek. Weer een andere revolutionaire transformatie deed zich hier korte tijd voor. Dit was het pionierswerk dat Huygens verrichte met betrekking tot de samensmelting van Alexandrië en Athene. Cohen stelt zichzelf de vraag waarom Hooke of Huygens niet de laatste revolutionaire transformatie hadden kunnen veroorzaken. Hierbij luidt het antwoord volgens Cohen dat Hooke het ontbrak aan wiskundige scholing, strengheid en discipline.⁷⁷ Huygens had dit wel, maar hij had de ontwikkelingen in Engeland en de veranderingen die er werden gemaakt aan de heersende natuurfilosofie niet mee gemaakt. Volgens Cohen zou alleen een 'Hookgens' die cruciale laatste stap kunnen maken en het was Newton die voldeed aan de vereisten van een 'Hookgens'.

Het is opvallend hoe verschillend de auteurs schrijven ten op zichte van Hooke. Vooral Vermij, maar ook McClellan&Dorn vinden Hooke niet belangrijk genoeg om hem meer aandacht te geven. Dit terwijl Hooke volgens Cohen een onmisbare rol heeft gespeeld in de Wetenschappelijke

⁷³ J. Henry, *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*, 67.

⁷⁴ *Ibidem*, 46.

⁷⁵ H. F. Cohen, *De herschepping van de wereld*, 215.

⁷⁶ *Ibidem*, 239.

⁷⁷ H. F. Cohen, *De herschepping van de wereld*, 251.

Revolutie. Zonder Hooke ook geen Newton, zoals we hem nu kennen. Weliswaar is de Engelse natuurfilosofie van groot belang geweest voor het denken van Newton, zonder Hooke had deze er waarschijnlijk niet hetzelfde uitgezien. Henry vindt Hooke ook belangrijk en geeft aan dat zonder Hooke Newton allicht niet tot het formuleren was gekomen van zijn universele gravitatiewet. Opvallend is dat over zijn microscopisch onderzoek weinig wordt geschreven. Dit terwijl het wordt genoemd als het standaardwerk in de microscopie. Hooke wordt door veel historici wel geprezen om zijn kunde in het vervaardigen van instrumenten. Echter is het alleen Cohen die een koppeling maakt tussen Hooke's microscopische activiteiten en de vorming van zijn natuurfilosofie.

Het is een goed teken dat Hooke, zoals Henry aangeeft, weer meer aandacht krijgt in het onderzoek naar de Wetenschappelijke Revolutie. Hooke was een geniale onderzoeker, die veel heeft bijgedragen aan de populariteit van experimenten en het nut ervan. De originaliteit van de aantrekkingskracht van de zon en de verklaring voor de ellips van Kepler, was van groot belang voor de ontwikkeling van Newtons denken. Hooke verdient daarom een plaats in het grote raamwerk van de Wetenschappelijke Revolutie.

De Wetenschappelijke Revolutie en het niet-Westen

De Wetenschappelijke Revolutie vond plaats in Europa, dat is de reden waarom veel wetenschapshistorici dan ook alleen de wetenschappelijke gebeurtenissen in Europa beschrijven. Van de vier boeken zijn die van Cohen en McClellan & Dorn een uitzondering. Cohen stelt zich in de inleiding de vraag waarom de Wetenschappelijke Revolutie juist in Europa plaats vond. Waarom niet in de Islambeschaving of in China, beschavingen die een hoge ontwikkeling kende. In het verdere betoog komt Cohen telkens terug op deze vraag en doet hij een aantal interessante vergelijkingen. Hij gebruikt 'wat als' constructies om aan te tonen waarom de Wetenschappelijke Revolutie wel in Europa kon plaats vinden en in de Islambeschaving bijvoorbeeld niet. McClellan & Dorn beginnen hun boek in de prehistorie en laten de lezer een reis maken door de tijd, maar ook over de wereld. Hun boek *Science and Technology in World History* verraad al waar het boek over gaat: Wetenschap en Technologie. Onder technologie verstaan ze alles wat gemaakt wordt en nut heeft voor de mens. Onder wetenschap verstaan ze de kennis om de kennis. Deze twee komen volgens de auteurs uiteindelijk samen in de toegepaste wetenschap. Ze hebben niet de intentie gehad een boek te schrijven over de Wetenschappelijke Revolutie. Toch komen ze met een aantal verklaringen waarom zich niet in China zoiets heeft voort gedaan als de Wetenschappelijke Revolutie.

De Islambeschaving

De rode draad in het boek van Cohen zijn de culturele transplantaties van kennis. Van de Grieken verhuisde het naar de Moslims en vandaar naar Middeleeuws Europa om zich uiteindelijk in het Europa van de Renaissance voorgoed te vestigen. Duidelijk is dat bij Cohen de islam beschaving onderdeel maakt van het voorbereidende werk wat de Wetenschappelijke Revolutie mogelijk maakte. Hij vraagt zich wel af waarom de Wetenschappelijke Revolutie zich dan niet voltrok in de Islambeschaving. De niet-volledige antwoorden hierop zijn tweevoudig. Ten eerste viel de Islambeschaving ten prooi aan invasies van onder andere Mongolen en kruisvaarders.⁷⁸ Ten tweede vond er mede door deze invasies een inkeer naar binnen plaats met als basis de Koran. Uitheemse kennis werd niet langer gedoogd en men studie van de Koran werd gezien als bron van alle kennis.⁷⁹ Cohen plaatst deze neergang in circa 1050, rond de sterfdata van drie grote wetenschappers: Avicenna, Alhazen en al-Biroeni. Naast deze verklaringen spelen andere factoren een rol. Volgens Cohen past het volledig in een patroon waarin er na een periode van een 'Gouden eeuw' telkens een neergang waar te nemen valt. Net zoals dat bij de Grieken gebeurde, ook zonder eenduidige verklaring. De bovenstaande twee redenen hebben wel de Islambeschaving belet om een geschikte voedingsbodem te vormen waarin de Wetenschappelijke Revolutie kon ontkiemen.

⁷⁸ H. F. Cohen, *De herschepping van de wereld*, 76.

⁷⁹ Ibidem, 77.

McClellan & Dorn noemen de bovenstaande ontwikkelingen ook. Tevens geven ze aan dat het wegvallen van culturele heterogeniteit een reden kan zijn voor het wegvallen van de creativiteit die nodig was om de Islam wetenschap te vormen.⁸⁰ Ze geven aan dat het onzinnig is om bezig te zijn met de vraag waarom de Wetenschappelijke Revolutie niet heeft plaats gevonden in de Islambeschaving. Dit omdat historici het al lastig genoeg hebben met de dingen die wel gebeurt zijn, het verklaren van dingen die niet zijn gebeurt is nog velen malen moeilijker. Hierboven op komt nog het idee dat de Islambeschaving op dezelfde wijze als het Westen had moeten ontwikkelen. Een idee dat volgens McClellan & Dorn niet thuis hoort in de geschiedschrijving. Hiernaast is het lastig vergelijken wanneer twee samenlevingen cultureel en chronisch zeer verschillen.⁸¹

China

De paragraaf van McClellan & Dorn die beschrijft waarom de Wetenschappelijke Revolutie niet in China plaats heeft gevonden is zelfs betiteld met 'Illicit Questions'.⁸² Ze zien deze vragen dus als verboden vragen. China was lange tijd meer ontwikkeld geweest dan Europa. Toen Christoffel Columbus (1451-1506) nog niet geboren was voer Zheng-He (1371-1433) met schepen vijf keer zo groot als de Santa Maria van Columbus al over de oceanen. Handelsvloeden die China met Indonesië, India, Oost-Afrika en het Arabische schiereiland verbond. Hiernaast komen belangrijke ontdekkingen zoals het kompas, het buskruit en de boekdrukkunst allemaal uit China. Dit allemaal zonder Wetenschappelijke Revolutie. Een aantal verschillende redenen zijn hier volgens historici, McClellan & Dorn nemen expliciet afstand, te noemen. Ten eerste zou het Chinese alfabet niet geschikt zijn als wetenschappelijk alfabet, omdat het geschreven, maar ook gesproken te ingewikkeld is. Ten tweede zou de Chinese denkwijze niet geschikt zijn, omdat het associatief denken is. De wereld werd verklaard door middel van analogiën en metaforen. Zo correspondeert er van alles met elkaar en door Yin en Yang heeft alles een tegenpool. 'Hout' wordt bijvoorbeeld geassocieerd met 'lente' en het 'Oosten'. Ten derde ontbrak het China aan een wetenschappelijke methode. Deze waren wel in opkomst, het Mohisme en Legalisme, maar werden door hun politieke karakter door de Keizer de kop in gedrukt. Ten vierde bestond er bij de Chinezen niet het idee van natuurwetten. Dit kwam omdat de Chinezen, in contrast met de Islam en het Christendom, geen goddelijke wetgever hadden. De Chinese samenleving was niet sterk gebonden aan wetten, maar was meer gebouwd op ideeën van rechtvaardigheid en gewoonten. Daarom hadden Chinese wetenschapper geen reden om natuurwetten te ontwaren of orde te scheppen in de schepping. Ten vijfde wordt het superioriteitsgevoel van de Chinezen genoemd als mogelijke reden. Dit zorgde namelijk niet voor een nieuwsgierigheid naar andere volken en hun kennis. China was een land dat al eeuwen bestond en

⁸⁰ J. McClellan en H. Dorn, *Science and Technology in World History*, 114.

⁸¹ Ibidem, 115.

⁸² Ibidem, 137.

daardoor traditie hoog in het vaandel had staan. Hierdoor stond het weinig open voor verandering. Ten zesde droegen dominante filosofieën als Confucianisme en Taoïsme ook niet bij aan het creëren van een geschikt klimaat voor wetenschappelijk denken. Deze filosofieën waren gericht op de maatschappij en haar harmonie het idee van natuurlijk experiment was hierdoor totaal vreemd in de ogen van de Chinezen. Ten laatste wordt het ontbreken van een grote middenklasse genoemd. Wanneer de markt niet zo rigoureuus werd gecontroleerd door de staat, dan zou er ruimte geweest zijn voor ondernemers. Hierdoor was het klimaat ook negatief voor de ontwikkeling van kennisinstituten zoals universiteiten.

Cohen noemt sommige van deze argumenten ook, maar geeft aan dat het niet zinnig is een onderdeel aan te wijzen en dan te concluderen dat de afwezigheid ervan de reden is voor het niet ontstaan van de Wetenschappelijke Revolutie. Het heeft wel zin om enkele basisvoorwaarden te vergelijken. Hij wil vooral vergelijken hoe vernieuwing tot stand komt bij beide beschavingen.⁸³ Vernieuwing vindt plaats door het contact tussen verschillende beschavingen. De ene beschaving denkt anders over zaken na en pakt zaken anders aan. De andere beschaving verlaat soms vastgeroeste tradities door te zien dat het anders kan. Deze culturele transplantatie moet gezien worden als een plantje wat van bodem wisselt. Wanneer men kijkt naar het Westen en China, is er een groot verschil te zien. Ook al kende China vele invasies, de machtsstructuur, maar belangrijker de cultuur bleef geheel intact. Hierdoor vond er nooit een wisseling van bodem plaats. De Griekse kennis daarentegen kent volgens Cohen drie transplantaties. De Islamitische wereld is de eerste, dan Middeleeuws Spanje en uiteindelijk Italië door de val van Constantinopel (1453).⁸⁴ Tot slot geeft Cohen aan dat het Griekse denken een groter 'verborgen ontwikkelingspotentieel' had dan het Chinese denken. Hij gebruikt hier het voorbeeld van tijdmeting. Aan het eind van de elfde eeuw had de Chinees Soe Soeng een klok gemaakt die werkte op het uitgieten van wateremmers. Deze klok kon er op een dag slechts een minuut naast zitten. In Europa werden de eerste mechanische klokken in de 13^e eeuw gemaakt. Deze zaten er per dag zo'n kwartier naast. De klok van Soe Soeng was dus superieur. Maar deze klok kon niet meer gevarieerd en aangepast worden, terwijl het mechanische uurwerk, mede door Hooke, geoptimaliseerd kon worden. Het mechanische uurwerk werd steeds preciezer en was vele malen kleiner dan de onpraktische waterklok.⁸⁵ Zonder het vooraf te hebben kunnen weten had het mechanische uurwerk een 'verborgen ontwikkelingspotentieel'. Op deze manier was het Griekse denken meer geschikt voor aanpassing en verbetering dan het Chinese denken. Bovendien genoot het Griekse denken meerdere transplantaties waardoor er mogelijkheid was tot vernieuwing.

⁸³ H. F. Cohen, *De herschepping van de wereld*, 50.

⁸⁴ *Ibidem*, 51.

⁸⁵ *Ibidem*, 56.

Conclusie

McClellan & Dorn eindigen de paragraaf over China en de Wetenschappelijke Revolutie weer op dezelfde kenmerkende manier als dat ze doen bij de Islambeschaving. Ze stellen dat de vraag een negatieve vraag is en dat vergelijkingen tussen Europa en China slechts gissingen zijn. Chinese wetenschap functioneerde perfect in het bureaucratische China. En volgens hen is dat geen moreel oordeel, maar gewoon goede geschiedenis.⁸⁶ Voortdurend zijn ze bang een oordeel te vellen over geschiedenis, wat hun werk meer kwaad doet dan goed. Vervolgens benadrukken ze dat de juiste vraag is waarom de Wetenschappelijke Revolutie in Europa plaats vond. De vraag: waarom niet elders? is niet van belang. Alsof deze vraag niet automatisch mee genomen wordt in de vraag, waarom Europa? Het antwoord op deze vraag blijven ze ook nog eens voor een groot deel schuldig. Afgezien van een uitvoerige beschouwing van hoe de Wetenschappelijke Revolutie vorm heeft gekregen in de 16^e en 17^e eeuw, komen de auteurs niet meer terug op deze dringende vraag. Misschien heeft dit te maken met de voorzichtigheid waarmee ze te werk gaan. Iets wat erg doet denken aan het vak van de wereldgeschiedenis, waarin hun boek ook thuis hoort. Een kritische blik op de Eurocentrische geschiedschrijving, die van waarde is, maar waar te vaak in wordt doorgesloten. Zo ook McClellan & Dorn.

Cohen durft wel te beargumenteren waarom Europa de Wetenschappelijke Revolutie heeft voort gebracht en waarom dit niet elders is gebeurd. Cohen stelt dat Europa wellicht niet superieur is in vergelijking met andere gebieden of culturen, maar wel beschikt over een bepaalde 'eigenaardigheid' wat heeft bijgedragen aan het tot stand komen van de Wetenschappelijke Revolutie. In feite kan dit in bepaalde mate worden opgevat als superioriteit. Cohen schroomt ook niet te stellen dat bepaalde verworvenheden van Europa, zoals de universele rechten van de mens, superieur zijn. De Europese beschaving was nieuwsgierig geworden en moest door haar gebrek aan edele metalen en luxe producten er wel op uit trekken. Een mengsel van winstbejag, bloeddorst en bekeringsdrift zorgde ervoor dat Europa in tegenstelling tot China de ontdekte plekken aan haar wil ging onderwerpen. Het Christendom maakte de Europese beschaving naar buiten gekeerd en de Reformatie zorgde voor een verheerlijking van het praktisch werken.⁸⁷ Hierdoor was in Europa een bijzondere plek ingericht voor het experimenteel en empirisch onderzoek. Vernieuwing zat in de genen van Europa. Verder waren er ook geen belemmeringen wat betreft de religie. Door de niet letterlijke Bijbelinterpretatie van Augustinus konden verhalen uit de bijbel die natuurkennis leken tegen te spreken anders verklaard worden zo dat er geen obstakels meer waren. Hierbij kwam ook

⁸⁶ J. McClellan en H. Dorn, *Science and Technology in World History*, 140.

⁸⁷ H. F. Cohen, *De herschepping van de wereld*, 149.

dat christenen zich zagen als rentmeester van de aarde en dat ze door middel van natuurwetenschap deze taak beter wilden uitvoeren.

In Europa heeft de Wetenschappelijke Revolutie plaats gevonden, maar op veel momenten had het anders kunnen aflopen. Wat als Hooke niet zijn suggestie had gedaan naar Newton? Het is slechts gissen hoe de Wetenschappelijke Revolutie dan vorm had gekregen. Het feit dat hoogstwaarschijnlijk iemand na Newton met dezelfde universele gravitatiewet zou zijn gekomen is een antwoord op de vraag: Waarom Europa? In Europa heerste het juiste klimaat en de wetenschapsbeoefening was van een select groepje verschoven naar allerlei beoefenaars die door middel van publicaties en genootschappen contact met elkaar hadden. De interesse voor natuurwetenschap was gewekt en het enthousiasme ervoor was ontvlamt. Deze vlam is inmiddels uitgegroeid tot een laaiend vuur wat niet meer te blussen lijkt.

Geschiedswetenschap, wetenschap?

Uit het vorige hoofdstuk zijn de verschillen tussen McClellan & Dorn en Cohen naar voren gekomen. Ook krijgt Hooke op verschillende manieren een plaats in de vier boeken. Opvallend is dat er zoveel verschillen zijn ten opzicht van de Wetenschappelijke Revolutie. De ene auteur vind iets anders belangrijker dan de ander waardoor sommige zaken zelfs onbenoemd blijven, zoals de rol van Hooke in de vorming van Newtons theorie. De oorzaak zit er mede ook in dat alle boeken een ander doel en opbouw kennen. Wanneer Henry en Cohen elkaar zouden komen te spreken over de Wetenschappelijke Revolutie zouden ze naar mijn mening niet zo veel verschillen in de opvattingen erover. Maar de boeken verschillen weldegelijk. Dit komt omdat Cohens boek een boek is dat de voornaamste ontdekkingen uit zijn grotere werk *How Modern Science Came into the World* op een voor een groot publiek aantrekkelijke manier weergeeft. Stap voor stap neemt hij de lezer mee op een weg van culturele transplantaties, verborgen potentiëlen en revolutionaire transformaties. Dit alles ondersteunend aan de vraag waarom de Wetenschappelijke Revolutie plaats vond rond de 16^e en 17^e eeuw en in Europa. Zijn betoog hangt dan ook hieraan vast en keer op keer wijst hij weer naar die hoofdvraag. Henry schrijft een boek dat een overzicht moet geven van het huidig historisch debat, waar zijn mening dus misschien iets minder wordt geventileerd. Het boek van Vermij richt zich weer op het belang van de natuurfilosofie en met name Descartes. McClellan & Dorn hebben het meest veelzijdige boek geschreven, in mijn ogen, een schoolboek wat voldoet aan de strenge eisen van de wereldgeschiedenis. Tevens een boek dat zich richt op wetenschap en technologie en de samensmelting hiervan. Dit kan slechts ten dele de verklaring zijn van het verschil tussen wetenschapshistorici. Immers ziet men over de hele breedte van geschiedwetenschap een continu debat over wat er nou werkelijk vroeger is gebeurd. In hoeverre is geschiedwetenschap nog een wetenschap te noemen als er zoveel discussie bestaat? Het antwoord hierop is tweedelig.

Ten eerste bestaat er binnen veel andere wetenschappen ook discussie. Zo bestaat er in de natuurkunde, de wetenschap bij uitstek vanuit Wetenschappelijk Revolutionair oogpunt, een groot debat over het verzoenen van kwantum mechanica en de algemene relativiteitstheorie. Er zijn twee kandidaten: de snaartheorie en de loop-kwantumzwaartkracht theorie. Beiden hebben nog geen uitsluitsel gegeven door de theorie te bewijzen. Ook binnen bijvoorbeeld de Economische Geografie zijn er verschillende theorieën die op gelijke gronden elkaar aanvechten. Debat is juist de fundering waarop de wetenschap gebouwd is. Het brengt de wetenschap verder. Ook de geschiedwetenschap. Door het continue debat zijn er al heel wat vergissingen die gemaakt zijn door eerdere historici recht gezet. We komen steeds meer te weten over gebeurtenissen in het verleden, omdat nieuwe historici weer nieuwe dingen gaan bestuderen. Tevens verbeteren nieuwe historici het werk van eerdere

historici. Zo heeft de geschiedwetenschap een verborgen potentieel in zich wat door middel van transplantatie vernieuwd en verbeterd kan worden. Zonder dit debat zou geschiedenis levenloos zijn.

Ten tweede zijn er voor de geschiedwetenschap methodes ontwikkeld. Methodes die verzekeren dat niet zomaar alles lukraak opgeschreven kan worden. Methodes die door collega historici ook streng gecontroleerd worden. De bronnen moeten goed zijn en op de juiste manier geïnterpreteerd worden. Bronnen spreken elkaar ook wel eens tegen, omdat iedereen dingen vanuit een ander perspectief bekijkt. Het is de taak van de historicus om door onderzoek en studie te vinden wat er werkelijk gebeurd is. Toen Hooke erkend wilde worden voor de theorie waarvan hij vond dat Newton deze had gestolen van hem, werd hem voorgehouden dat iets opperen één ding is en iets bewijzen iets heel anders. Hij verloor zelf steun van zijn trouwste collega's. Op dezelfde manier scherpen historici elkaar. Door de kritische blik van collega's wordt er samen gewerkt naar de best passende theorie.

Onoverkomelijk is het helaas vaak wel dat men in verschillende zienswijzen blijven hangen en dat men niet uit is op een synthese. Zo is het voor sommige onderwerpen in de geschiedenis niet mogelijk om uitsluitsel te krijgen. Dan zal het allemaal terug komen op subjectiviteit. Wanneer dit het geval is, dan heeft het geschiedwetenschappelijk proces wel het meest objectieve bereikt en zijn als het ware alle onwaarheden die er uit gefilterd konden worden er uit gefilterd.

Literatuurlijst

Bronnen

Bacon, F., *Novum Organum/The New Organon: The True Directions Concerning the Interpretation of Nature* (Mobi Classics).

Hooke, R., *Micrographia: Or some Physiological Descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with Observations and Inquiries thereupon* (London 1667).

Literatuur

Cohen, H.F., *De herschepping van de wereld* (Amsterdam 2008).

Drake, E.T. , *Restless Genius: Robert Hooke and His Earthly Thoughts* (Oxford 1996).

Henry, J., *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science* (London 2008).

McClellan, J. en H. Dorn, *Science and Technology in World History* (Baltimore 2006).

Noble, T.F.X. ea., *Western Civilization: Beyond Boundaries* (Boston 2008).

Vermij, R., *Kleine geschiedenis van de wetenschap* (Amsterdam 2010).