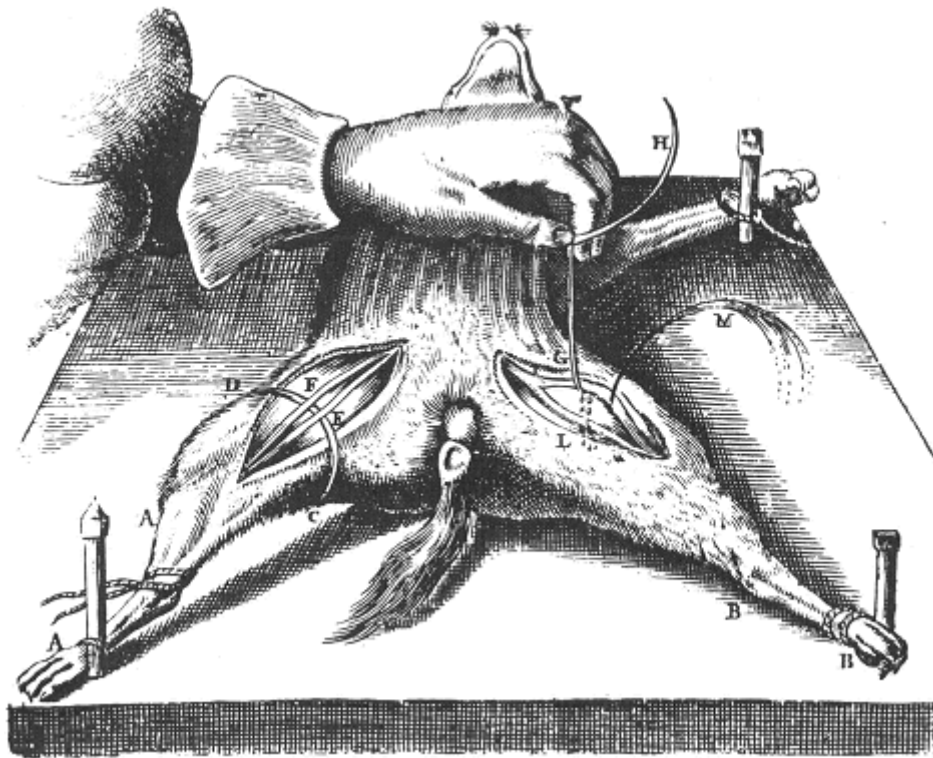


De bloedsomloop in de Wetenschappelijke Revolutie

Een onderzoek over de Wetenschappelijke Revolutie en de omloop van het bloed aan de hand van Galenus, William Harvey en Anthonie van Leeuwenhoek.



Een onderzoek in het kader van Onderzoeksseminar III 2011/2012
'De Wetenschappelijke Revolutie' begeleidt door Dr. H. F. Cohen

Niels Udo
3289079

Inhoudsopgave

Inleiding	3
Hoofdstuk 1 De Bloedsomloop	5
Galenus	5
William Harvey	6
Over de beweging van het hart en bloed	7
Anthonie van Leeuwenhoek	10
Den Waarachtigen Omloop des Bloeds	11
Van Leeuwenhoek als radicale breuk of voortzetting van Harvey?	12
Secundaire literatuur over William Harvey en Anthonie van Leeuwenhoek	13
Hoofdstuk 2 Europa vs de rest	14
In den beginne	14
Het oude Griekenland	15
De Islambeschaving	16
Byzantium	17
China	17
De Indusvallei	18
De 'Nieuwe' wereld	19
Concluderend	19
Hoofdstuk 3 Vier auteurs, Vier Wetenschappelijke Revoluties?	22
Literatuurlijst	25

Inleiding

De Wetenschappelijke Revolutie is een belangrijke gebeurtenis geweest in de geschiedenis van de mensheid. In de zoektocht naar de geheimen van de natuur is tussen 1600 en 1700 een duidelijke breuk te aanschouwen, want in deze honderd jaar werden in de natuurfilosofie grote stappen gezet door het aanvalen en het vervangen van het Aristotelische wereldbeeld. Op verschillende vlakken werden ontdekkingen gedaan door onder meer Johannes Kepler, Galileo Galilei, Christiaan Huygens en Isaac Newton. Uitvindingen als de telescoop en de microscoop hielpen bij het ontrafelen van de geheimen van de natuur. Volgens de Baconiaanse ideologie van lord Francis Bacon was kennis macht en daarom hielpen rijke patronen de geleerden door financiële bijdragen. Op deze wijze werd het streven naar kennis gestimuleerd, omdat de patronen hoopten op een belangrijk voordeel ten opzichte van zijn vijanden of concurrenten.

“I don't know how it happened, miraculously, or by divine inspiration, or in a frenzy or whatever you may call it, but from my very youth I despised the opinion of the multitude and longed for truth and knowledge, believing that there was for man no possession more noble or divine.”¹

Galenus schrijft het bovenstaande citaat in de nadagen van zijn leven en het geeft één kant van de Wetenschappelijke Revolutie op pakkende wijze weer, namelijk die van waarneming, observatie en experiment. Naast deze vorm van het vergaren van natuurkennis was ook de natuurfilosofie een belangrijk aspect van de Wetenschappelijke Revolutie, evenals de wiskunde. Deze drie beschrijvingen van vormen van natuurkennis worden ook genoemd in het door dr. H. F. Cohen geschreven *De herschepping van de wereld* en vormt voor dit onderzoek één van de belangrijkste secundaire bronnen. Ik zal daarom zijn terminologie in dit opzicht overnemen.²

In deze onderzoekspaper zal ik mij richten op de vorm die ik als eerste heb genoemd, waarneming, observatie en experiment. Dit is echter nog altijd te groot om in één onderzoek te plaatsen en daarom zal ik mij speciaal richten op de ontdekkingen die William Harvey in 1628 heeft gepubliceerd in zijn boek *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* over de bloedsomloop.³ Hierna vervolg ik het onderzoek met de Nederlandse wetenschapper Anthonie van Leeuwenhoek die over hetzelfde onderwerp, de bloedsomloop, een aantal brieven heeft geschreven aan de wetenschappelijke academie van Groot-Brittannië, *the Royal Society* in Londen.

In het eerste hoofdstuk zal ik echter beginnen met Galenus. De door deze Romeinse arts ontwikkelde leer over de bloedsomloop drukte eeuwenlang zijn stempel op de geneeskunde en werd uiteindelijk door Harvey van de troon gestoten. Wat ik in dit eerste hoofdstuk uiteen wil zetten is wat de leer van Galenus in hield en waarom deze zolang in stand is gebleven. Vervolgens sla ik vele eeuwen over tot William Harvey zijn werk durft te publiceren over de bloedsomloop in 1628. In *Over de beweging van het hart en bloed* ga ik op zoek naar overeenkomsten, maar vooral naar verschillen, zoals in de methode van onderzoek om tot de conclusies te komen. Hiervoor heb ik de originele Latijnse tekst vertaald naar het Nederlands van de Gouden Eeuw tot mijn beschikking, evenals een aantal brieven die William Harvey heeft geschreven naar aanleiding van ontdekkingen en de kritiek die hierop volgde. Aansluitend spring ik weer zestig jaar in de tijd naar Anthonie van Leeuwenhoek. Uit zijn *Den waaragtigen omloop des bloeds* wil ik wederom verschillen in de methode ontdekken en kijken waar Van Leeuwenhoek eventuele aanvullingen heeft, maar nu in vergelijking met Harvey. Het onderwerp van de twee geleerden is immers identiek.

Na tot mijn conclusie te zijn gekomen zal ik mijn bevindingen over de brontekst van de zeventiende-eeuwse geleerden William Harvey en Anthonie van Leeuwenhoek vergelijken met vier wetenschapshistorici. Voor de cursus De Wetenschappelijke Revolutie zijn er namelijk vier

¹ Dit citaat schrijft Owsei Temkin toe aan Galenus in *Galenism, Rise and Decline of a Medical Philosophy*.

² Floris Cohen, *De herschepping van de wereld* (Amsterdam 2008) 7 ev.

³ Over de beweging van het hart en bloed

cursusboeken gelezen met vier afwijkende meningen. Ik zal hierin ingaan op de overeenkomsten en verschillen tussen de auteurs en het kader waarin elk van hen het ideeëncomplex van Harvey plaatst. Hierbij wordt er ook aandacht besteed aan de methodologische overeenkomsten en verschillen van de auteurs. De vier cursusboeken zijn *De herschepping van de wereld* van Floris Cohen, *Kleine geschiedenis van de wetenschap* van Rienk Vermij, John Henry's *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science* en als laatste *Science and Technology in World History* van James E. McClellan III en Harold Dorn.

In het tweede hoofdstuk zal ik een zijweg nemen van de Wetenschappelijke Revolutie en een debat uit de historiografie van de wetenschapsgeschiedenis nemen om hier een commentaar op te geven. Het punt van discussie is de invloed die het 'niet-Westen'⁴ heeft gehad op het ontstaan van de moderne natuurwetenschap tussen *de herschepping* van Floris Cohen en het werk van James E. McClellan III, getiteld, *Science and Technology in World History*. De verschillen die beide auteurs aandragen zal ik in dit hoofdstuk blootleggen en aantonen hoe hun argumentatie verder doorwerkt in hun betoog over de Wetenschappelijke Revolutie.

In het derde en laatste hoofdstuk zal ik uitleggen hoe het kan dat er verschillende interpretaties kunnen bestaan over hetzelfde onderwerp. Alle vier de auteurs, die in het eerste hoofdstuk nadrukkelijk worden gebruikt om William Harvey en Anthonie van Leeuwenhoek in de historische context te zetten, hanteren een andere interpretatie van de Wetenschappelijke Revolutie. Ik zal hierin toelichten wat er voor kan zorgen dat een schrijver kan afwijken van andere monografieën. Kan de geschiedwetenschap op deze manier wel als een wetenschap doorgaan is de centrale vraag die hier wordt gesteld.

⁴ Deze term wordt door Cohen in *De herschepping*, 142-51, naar voren geschoven om de gebieden aan te geven waarin wel natuurkennis werd verworven, maar er geen Wetenschappelijke Revolutie heeft plaats gevonden. Belangrijkste pijlers van de term het 'niet-Westen' zijn de Islambeschaving en China.

Hoofdstuk 1 De Bloedsomloop

Zoals in de inleiding vermeld is de primaire bron van dit onderzoekspaper het werk van William Harvey getiteld *Over de beweging van het hart en bloed* uit 1628. Om dit werk in de juiste context te plaatsen zal ik eerst mijn onderzoek starten met Galenus. Deze Romein was één van de eerste anatomisten en zou de heersende autoriteit worden in de medische wereld in de eeuwen die hem volgde. Daarna zal ik William Harvey en zijn ontdekking van de bloedsomloop bespreken. Waar vult deze Galenus aan en waar verbeterd Harvey hem. Aansluitend zal ook Anthonie van Leeuwenhoek besproken worden en in de juiste historische context worden geplaatst.

Het tweede gedeelte van het eerste hoofdstuk zal bestaan uit de secundaire literatuur die er is over William Harvey. In de vier boeken die hiervoor zijn geselecteerd, en zijn genoemd in de inleiding, zal ik ingaan op de verschillen en overeenkomsten in de interpretaties die de auteurs hebben ten opzichte van de ontdekking van de bloedsomloop.

Galenus van Pergamum

In 129 werd Galenus geboren in Pergamum, Klein-Azië, en deze Romein zou een grote invloed achterlaten in de medische wereld in de eeuwen na hem. Wat Aristoteles heeft betekend voor de filosofie was Galenus voor de geneeskunde en de neergang van Aristoteles betekende dan ook het einde van de Galenische leer. Naast zijn systematisering excelleerde Galenus in de anatomie en de fysiologie van de mens en toonde het bewijs dat naast de slagaders ook de aders bloed bevatte.⁵

Galenus gaf het bloed echter een andere functie dan het daadwerkelijk had. Bloed werd volgens de Romeinse arts aangemaakt in de lever als een levenswekkende vloeistof en vervolgens in het hart en in de hersenen een gedaanteverwisseling ondergaat tot 'levensgeesten' en 'animale geesten'. Wat er van het bloed overblijft stroomt door de aderen, zoals Galenus inderdaad had ontdekt, om voedsel te brengen naar de andere organen. Het eventuele restproduct zou uit het lichaam verdwijnen. Om dit allemaal mogelijk te maken was er een doorgang nodig tussen de linker en de rechterkamer van het hart. Iets wat pas in de 16^e eeuw werd ontkracht door de Vlaamse arts, Andreas Vesalius.⁶

Galenus deed deze kennis van de anatomie en fysiologie op door het plegen van sectie op een aap. Andere ontdekkingen deed hij ook door het gebruiken van zijn zintuigen. Bij het uitschrijven van remedies tegen ziekten was bijvoorbeeld het observeren voor hem het belangrijkste. Galenus was een aanhanger van de humorenleer van Hippocrates en bouwde deze verder uit. Vier lichaamssappen⁷ dienden volgens deze Griekse wijsgeer in evenwicht te zijn voor een goede gezondheid. Bij ziekte zouden de sappen in onbalans zijn en werd de remedie gezocht in het verwijderen van het overschot van het betreffende sap.⁸ Tijdens de middeleeuwen werd deze methode dan ook toegepast op de pestlijders door middel van aderlatingen. Galenus had gezien dat een goede hygiëne invloed had op de gezondheid van de mens, maar ook vervuilde lucht, de beweging van de planeten en heftige emoties konden een slechte invloed hebben. Na de ontdekking van de besmettelijkheid van de pest kon er beter tegen de 'zwarte dood' worden opgetreden.⁹

Naast Hippocrates was ook Aristoteles een belangrijke invloed in Galenus' werk en hij was een volger van deze Griekse wijsgeer. De neergang van het Aristotelische wereldbeeld betekende ook het einde van de leer van Galenus. Door de opkomst van de Humanisten werd er namelijk een einde gemaakt aan de heersende invloed van Galenus. De humanisten grepen over de middeleeuwen heen terug op de antieke teksten uit de Oudheid en ondanks dat hun invloed op de Wetenschappelijke Revolutie niet erg groot was, waren zij wel belangrijk voor de geneeskunde. Humanistische inzichten werden tijdens de Renaissance behalve in de natuurkennis ook in de

⁵ T. Noble (ed), *Western Civilization* (New York 2008) 167.

⁶ Cohen, *De herschepping*, 139.

⁷ Bloed, gele gal, zwarte gal en slijm.

⁸ O. Temkin, *Galenism, Rise and Decline of a Medical Philosophy* (Londen 1973) 5-51.

⁹ Noble, *Western Civilizations*, 330.

geneeskunde toegepast. Teksten van Galenus werden hierdoor taalkundig gezuiverd en artsen gingen op zoek naar geschriften van andere auteurs. Dit gaf een impuls aan de ontwikkeling van de medische wetenschap en gaf een voedingsbodem waarin onder meer William Harvey zich kon ontplooien.¹⁰

Na de val van het Romeinse rijk werden de teksten van Galenus in de Islambeschaving vertaald naar het Arabisch en bleven hier rondcirkelen, maar langzaam kwamen de teksten weer in Europa terecht. Hier kregen ze een grote invloed door aanvullingen van de Arabieren en de Byzantijnen. Op de universiteiten werd het werk van Galenus gedoceerd aan de studenten van de medische faculteit. Later zouden er ook teksten van Galenus in het Grieks gevonden worden, waardoor er splitsing ontstond tussen westers en oosters Galenisme. Het Galenisme zou echter steeds meer aan macht inboeten ten koste van de nieuwe lichtung empiristen, waaronder William Harvey.¹¹

William Harvey

In de aanloop naar de Wetenschappelijke Revolutie stond het heersende Aristotelische wereld beeld onder druk door de ontdekkingen die werden gedaan in de natuur. Steeds meer wetten waar de natuur zich aan hield kwamen naar voren via de drie verschillende vormen van natuurkennis die Cohen poneert in *De herschepping*. Onder Andries Vesalius en William Harvey ging de kennis over de anatomie van de mens met sprongen vooruit. Omdat Galenus zijn secties niet op menselijke lijken mocht doen slopen er fouten in zijn werk die er tot de zestiende eeuw niet werden uitgehaald. Galenus bleef gedurende de middeleeuwen als waarheid gelden, maar in 1543 zou Vesalius in zijn boek *Over de bouw van het menselijk lichaam* Galenus van de troon stoten.¹²

De Vlaming Andries Vesalius genoot zijn opleiding in zijn geboorteland België alvorens hij vertrok naar de universiteit van Padua, waar hij uiteindelijk ook professor in de chirurgie zou worden. Hier aangekomen verrichtte hij vele secties op menselijke lijken en ontdekte meer dan 200 fouten in de kennis over de anatomie van Galenus, want deze had zijn secties immers enkel verricht op dieren. De ontdekkingen die Vesalius deed, of Andries de Wezel zoals zijn geboortenaam in werkelijkheid is, gebeurden in de hoogtijdagen van de Renaissance die voor de Wetenschappelijke Revolutie uitging. Vanaf de middeleeuwen had Europa een gedaantewisseling ondergaan op militair gebied door de Militaire Revolutie. Nieuwe wapens kwamen op het slagveld die ook nieuw soort wonden veroorzaakten. Vesalius, die ook als militair chirurg optrad, verrijkte door deze wonden en de bijbehorende behandelingen zijn kennis over de menselijke anatomie. Echter, niet alleen de nieuwe vuurwapens zorgden voor nieuwe anatomische kennis, maar ook in de renaissancekunst was het van belang om goed op de hoogte zijn van de menselijke anatomie. De grote kunstenaars uit de Renaissance, waaronder Donatello, Michelangelo, Rafaël en Leonardo, gingen gebruik maken van perspectief voor meer tot leven springende schilderijen. Behalve het gebruik van perspectief gingen de kunstenaars ook gebruik maken van de kennis in de anatomie om spieren en pezen duidelijker weer te geven en dit ontketende een explosie aan anatomisch onderzoek in Italië in de 16^e eeuw. Bartolomeo Eustachi en Gabriel Fallopius gaven hun naam aan buisje in het lichaam, Realdo Colombo de circulatie van het bloed van het hart naar de longen¹³ en Fabricius van Acquapendente ontdekte de kleppen in aders. Desondanks werden deze Italiaanse ontdekkingen overschaduwd door de ontdekking van een Engelsman die in de 17^e eeuw het Galenische wereldbeeld zou veranderen en zijn naam was William Harvey.¹⁴

¹⁰ R. Vermij, *Kleine geschiedenis van de wetenschap* (Amsterdam 2010) 34.

¹¹ Temkin, *Galenism, Rise and Decline of a Medical Philosophy*, 95-133.

¹² Vermij, *Kleine geschiedenis van de wetenschap*, 41-2.

¹³ Door deze ontdekking werd de Galenische leer nog even in stand gehouden, nadat Vesalius had ontdekt dat er geen doorgang bestond in het hart van de linker naar de rechterkamer. Deze doorgang was een onderdeel van de bloedbaan die Galenus het menselijke lichaam toeschreef.

¹⁴ J. E. McClellan III en H. Dorn, *Science and Technology in World History, An Introduction* (Baltimore 2006) 204-5.

De Engelsman William Harvey werd geboren in 1578 en zou op 22-jarige leeftijd hetzelfde pad volgens als Vesalius naar Padua. Harvey genoot zijn eerste opleiding aan een Engelse universiteit voordat hij zijn verdere opleiding in Padua kreeg. De universiteit van Padua had immers een rijke traditie aan anatomisch onderzoek en trok hierdoor diverse geleerden uit heel Europa aan.¹⁵ Harvey deed in Italië nieuwe ideeën op die hij mee zou nemen naar zijn geboorteland in 1602. Niet lang na zijn terugkomst werd Harvey gekozen tot lid van het wetenschappelijke genootschap *the Royal College of Physicians* te Londen. Toen Harvey nog in Italië werd onderricht ging dat volgens de Paduaans-Aristotelische wijze en dit kwam neer op het bestuderen en (vivi)sectie plegen op dieren om functies van animale delen te begrijpen. Dit onderscheidde Harvey in Engeland van andere anatomisten, want zij pleegden enkel sectie op menselijke lijken. De ontdekking van de bloedsomloop in 1618 en de publicatie in 1628 ondermijnde de autoriteit van Galenus, maar *Over de beweging van het hart en bloed* zorgde niet direct voor een ineenstorting van dit wereldbeeld. Daar gingen nog jaren overheen.¹⁶

Het opsporende experiment waar Harvey aan deelnam kwam na de val van Byzantium in de slijpstream van de natuurfilosofie en de wiskunde in Europa en kende rond 1600 een revolutionaire transformatie. Door Francis Bacon werd er een precedent geschapen waarin kennis van de natuur bottom-up vergaard diende te worden en een onbevangen waarneming van essentieel belang was. Al snel ontdekte Harvey dat zijn opgedane kennis niet viel te verenigen met het Galenische wereldbeeld en doet hiervan uitgebreid verslag. Door vivisectie ontdekt hij dat de samentrekking de voornaamste beweging van het hart is en niet de uitzetting. Bovendien ziet Harvey meer bloed voorbij komen dan dat er in het lichaam past, oftewel het hart fungeert als een pomp die het bloed door het lichaam laat circuleren.¹⁷

Over de beweging van het hart en bloed

“Maar nu, vanden overvloed des deurgezonden bloeds (howel merkwaardige dingen) zullende fchrijven vreez’ ik, dat deze, en ongehoorde ftellingen, mij niet alleen de Nijdigheit van zommige zullen verwekken, maar ook alle menfchen tot vianden maken. Zo veel vermag de gewoonte, of de eens-aangenome leer, datze, diepe wortelen gefchoten hebbende, in een tweede Natuur schijnt veranderd te zijn.”¹⁸

Dit citaat staat halverwege in *Over de beweging van het hart en bloed* en geeft aan dat William Harvey wist dat hij iets controversieels had ontdekt. Het Galenus-Aristotelische wereldbeeld was, ondanks de publicatie van Vesalius in 1543, nog altijd diepgeworteld en van sterke invloed op de geleerden in de 17^e eeuw. William Harvey was zich hiervan terdege van bewust en wachtte met zijn publicaties tot hij een man van aanzien was. Pas toen hij benoemd was tot lijfarts van de Engelse koning Karel I bracht hij zijn bevindingen naar buiten. Ondanks dat *Over de beweging* al in 1628 uitkwam kwamen de eerste steunbetuigingen voor Harvey pas aan het einde van de jaren dertig.

Na de publicatie van zijn werk heeft William Harvey ook nog een aantal brieven geschreven en ontvangen naar medegeleerden. In een brief aan de Duitse medicus Caspar Hoffmann bedankt Harvey hem voor zijn steun voor de bloedsomloop, ondanks dat Hoffmann voorheen een fervent tegenstander was van de bewering. De bloedsomloop werd door hem omschreven als *‘folly and of error.’¹⁹*

¹⁵ Noble, *Western Civilizations*, 539-40.

¹⁶ J. Henry, *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science* (Londen 2008) 41-2.

¹⁷ Cohen, *De herschepping*, 136-9.

¹⁸ William Harvey, 1628, *Over de beweging van het hart en bloed*, vertaald door Nicolaas van Assendelft (Amsterdam 1650) 39-40.

¹⁹ William Harvey, *The Circulation of the Blood, Two Anatomical Essays by William Harvey together with nine letters by him, (1636-57)* vertaald door Kenneth J. Franklin (Springfield 1958) 3.

De eerste die de stellingen van Harvey verdedigde én ook universitair geschoold was, was de Leidse hoogleraar Johannes Walaëus in 1640. In de jaren na de uitkomst van het werk van Harvey kreeg de bloedsomloop wel de nodige bekendheid, maar heerste er veel twijfel over de juistheid van de stelling. In een veranderende wereld zou opnieuw een hoeksteen van het heersende wereldbeeld verdwijnen. De verdediging van Walaëus ten opzichte van de bloedsomloop zorgde voor een grotere aanvaarding in de geneeskundige wereld.²⁰

In *Over de beweging* zet William Harvey stap voor stap uit hoe hij tot zijn conclusie is gekomen, namelijk dat het bloed zich in een gesloten bloedsomloop bevindt en niet in de lever wordt aangemaakt. In de voorrede zet Harvey uiteen wat hem er toe heeft gebracht om nader onderzoek te doen naar de verschillende functies in het lichaam. Harvey zette vraagtekens bij de oude werking van de longen, bij de geesten die zich in het bloed bevonden om zich via de aders door het lichaam te verplaatsten en de werking van de aders en de slagaders. Het doel van Harvey was voornamelijk om zijn voorgangers te verbeteren. Zij beweerden bijvoorbeeld, in navolging van Galenus, dat de longen er waren om het hart af te laten koelen. Harvey zet de werking van de longen en het hart meteen uiteen en verbetert gelijk Galenus. Na deze voorrede wordt in tweeëntwintig hoofdstukken, of Capittels, de werking van de slagaders, aders en het hart beschreven.²¹

De uitgaven van William Harvey kwamen uit in een roerige periode in de Europese geschiedenis. Door heel Europa heen waren oorlogen, burgeroorlogen en brandhaarden te vinden die hun weerslag zouden hebben op de verdere toekomst van Europa. De Reformatie is bijvoorbeeld in volle gang, het huidige Nederland zou zich vrij vechten van het juk van de Spanjaarden, Oostenrijk veroverd delen van Denemarken en ook de Fransen zijn bezig met het veroveren van land. Met de Vrede van Westfalen in 1648 zou er een einde komen aan veel ellende in Europa, behalve in Groot-Brittannië. De Stuarts kregen in 1603 de Engelse troon in handen ten koste van de Tudors waardoor er een unificatie ontstond tussen Engeland en Schotland. In de praktijk kwam hier echter weinig van terecht, want in 1639 breekt de Engelse burgeroorlog uit die uiteindelijk wordt gewonnen door de leider van de Republikeinse troepen, Oliver Cromwell, en de monarchie afschaft. Karel I, waar Harvey lijfarts van was, wordt berecht en geëxecuteerd in 1649. Kortom, niet alleen op wetenschappelijk gebied veranderde er veel, maar ook op politiek en religieus niveau.²²

Voor William Harvey veranderde door de burgeroorlog veel aan zijn wereldbeeld. Deze Puriteinse Revolutie zorgde dat Harvey anders naar de natuur ging kijken. Met de uitgave van *Over de beweging* in 1628 kwam een vergelijking van de koning met het hart. De koning, in dit geval Karel I, was als leider van het volk ook het hart van de samenleving. Er wordt door Harvey een parallel getrokken tussen het hart en de koning die beide onmisbaar waren in een levend organisme. In 1649 wordt Karel I onthoofd door de Republikeinen en kijkt William Harvey ook anders tegen de wereld aan. In plaats van de soevereiniteit van het hart beschouwd Harvey het hart als een ondergeschikte van het bloed. Het bloed is onafhankelijk en zelfvoorzienend. Het hart staat vanaf nu in dienst van het bloed, zoals de koning in dienst staat van zijn volk.²³ In een land dat door een burgeroorlog was verscheurd was er voor Harvey en zijn medegeleerden geen of weinig gelegenheid om de ontdekkingen die zij deden verder uit te bouwen.²⁴

In een wereld die aan verandering onderhevig was kon Harvey zijn ontdekkingen pas publiceren toen hij in Koninklijke dienst was en daarmee een man van aanzien. Harvey heeft voor zijn ontdekkingen verschillende obstakels moeten overwinnen en dacht op een gegeven moment zelfs dat de beweging van het hart alleen voor God bekend was. Na veel en langdurig onderzoek kwam hij echter uit het 'doolhof' en verspreidde hij zijn kennis onder zijn vrienden en in zijn lessen. Hiermee verbeterde Harvey Aristoteles en gaf hij een verklaring van de werking van het hart en de functie die

²⁰ Harvey, *Over de beweging van het hart en het bloed*, inleiding 8-11.

²¹ Ibidem, voorrede.

²² Noble, *Western Civilizations*, 502-4.

²³ Henry,, *The Scientific Revolution*, 104.

²⁴ Cohen, *De herschepping*, 173.

het vervulde in het menselijke lichaam. Galenus wordt door Harvey meerdere malen aangehaald, bekritiseerd en vervolgens verbeterd:

“Ghij zult antwoorden dat de Natuur ’t also heeft gemaakt, dat het bloed inde Lever bereit wert, ende van daar in het hert gebracht, op dat het zijn volkome volmaaktheit ontfange: ’t welk voor zeker niet zonder reden is: want geen groot, ende volmaakt werk, krijcht zijn volkomendheit in eene reis, ofte van een werktuig. Maar indien ’t zo is, zo toon ons doch eenig vat, het welke, gelijk een Slagader de geesten, het volmaakte bloed door ’t Lichaam brenge.”²⁵

Het citaat hierboven geeft kort de gedachte Galenus weer. Het bloed wordt in de lever aangemaakt om vervolgens naar het hart te gaan waar het bloed wordt volmaakt tot de levensgeesten en deze de rest van het lichaam voeden. Door de jarenlange anatomische verrichtingen kan Harvey deze stelling van Galenus weerleggen. Vanaf Capittel X begint de redevoering voor de gesloten bloedsomloop, maar voor hier de conclusies worden getrokken beschrijft de Harvey de weg er naar toe. Door sectie en vivisectie op verschillende dieren en op embryo’s ziet Harvey het bloed vele malen aan zich voorbij trekken. Daarbij is de benodigde opening in het hart voor de theorie van Galenus afwezig. Het bloed kan daarom niet worden aangemaakt in de lever.²⁶

De voorgangers die Harvey wilde verbeteren hadden veel van hun onderzoek gedaan op dieren en Harvey stelt dat deze niet representatief zijn voor de werking van het menselijke lichaam. Vissen, slangen en padden zitten fysiologisch en anatomisch anders in elkaar dan het menselijke lichaam. Daarom begint Harvey met het beschrijven van de aderachtige slagaders die het bloed van het hart af voeren door het lichaam en de slagaderige aders het weer terug voeren naar het hart. Ook beschrijft hij hoe deze slagaders zich ontspruiten vanuit het hart door het lichaam. Al snel ziet Harvey het verband tussen het langzaam sterven van een dier en het trager kloppen van het hart. Door experimenten met de toevoer van het bloed naar het hart wordt de werking en het doel van hart steeds duidelijker als centraal punt van de bloedsomloop.²⁷

Het welbekende experiment waarbij Harvey de bovenarm afbindt om de aders bloot te leggen is voor hem het sluitende bewijs van een bloedsomloop. Hij zegt dat er in een korte tijd zoveel bloed door de aders wordt gepompt dat men niet kan twijfelen aan de bloedsomloop. Het kloppende en bewegende hart is de enige reden van de beweging van het bloed.²⁸

“Alle deze dingen moetmen in ’t Ontleden gadeslaan, en de andere meer; dewelke wel overleit zijnde, bevestigen ende verlichten zy, plat tegen het gemeene gevoelen, de waarheit van ’t onze: alzo men hier van niet lichtelijk eenige andere redenen geven kan, als wy nu by gebracht hebben.”²⁹

Eerder is al beschreven dat Harvey niet gelijk met zijn ontdekkingen naar buiten kwam en het jaren duurde voor zijn beschrijvingen als waarheid werden aangenomen. Behalve Waleus heeft Harvey hier zelf ook een grote bijdrage aangeleverd door correspondentie met geleerden en vooraanstaande edelen uit heel Europa, waarin Harvey hen bedankt voor hun steun of zijn ontdekkingen nog verder uitlegt. Naast deze brieven heeft Harvey ook twee anatomische essays geschreven aan de Franse anatomist Jean Riolan. Aanleiding hiervoor was een verhandeling van Riolan waarin hij de bloedsomloop van Harvey bekritiseerde. Resultaten via vivisectie zijn onbetrouwbaar en kunnen

²⁵ Harvey, *Over de beweging van het hart en bloed*, 22.

²⁶ Ibidem, 21-4.

²⁷ Ibidem, 52.

²⁸ Ibidem, 70-1.

²⁹ Ibidem, 97.

daarom niet voor waar worden aangenomen, stelt Riolan. Harvey reageert hierop door in zijn essays zijn bloedsomloop nog verder uit te leggen.³⁰

In het tweede essay aan Riolan erkent Harvey de macht van Galenus, maar probeert hem toch verder af te breken. In het essay wordt door Harvey het hart als centrum van het lichaam beschouwd die er voor zorgt dat het bloed door het lichaam wordt gepompt in steeds dezelfde richting. Verschillende experimenten worden hiervoor door Harvey genoemd en beschreven om de bloedsomloop als waarheid naar voren te brengen, maar Riolan zou niet bezwijken en aanhanger blijven van Galenus en Hippocrates. Riolan heeft zelf nog een poging gedaan om de bloedsomloop te verklaren. Deze werd echter door niemand aangenomen, zelfs niet door de tegenstanders van Harvey.³¹

De essays van Harvey aan Riolan kunnen en moeten als een uitbreiding worden gezien van het originele werk van Harvey. Alle bezwaren die door geleerden uit Europa worden geuit aan het adres van de Britse medicus ten opzichte van zijn ontdekking van de bloedsomloop worden door hem weerlegd met uitleg van experimenten en verdere argumenten. Ook bij de geesten die in het hart zouden huizen en zich via de slagaders en aders via het lichaam verplaatsen zet Harvey opnieuw zijn vraagtekens. Hij zou echter wel de dialoog aan willen gaan met degenen die hierin geloven om er van te leren. De reden van de essays is dat Riolan niet gelooft dat de vertakkingen van de aorta en de bovenste holle ader niet deelnemen aan een bloedsomloop. Riolan vindt dat hij dit zelf heeft bewezen in zijn demonstraties ten koste van Walaeus en Harvey en stelt dat Galenus het met hem eens zou zijn. Met de redenering van Riolan zou de traditionele geneeskunde en de humorenleer blijven bestaan. Harvey ziet zich genoodzaakt te reageren, omdat hij Riolan in een hoog aanzien plaatst en hem als de leider van alle hedendaagse anatomisten. De Franse anatomist gelooft niet dat het bloed een omloop kent en stelt met zijn theorie dat het bloed ook weer terug kan stromen. Harvey zet uiteen dat het bloed met zoveel kracht wordt rondgepompt dat het bloed niet terug kan stromen. Aan de hand van enkele beschreven experimenten toont Harvey zijn circulatie aan, waaronder de vinger op de pols en het plaatsen van een buisje in een ader om de kracht van het hart te laten zien.³²

Uiteraard is het niet zo vreemd dat de ontdekkingen van Harvey niet meteen als waarheid werden aangenomen. De wereld bleef aan verandering onderhevig en vooral in Europa volgden de ontwikkelingen elkaar snel op. De ontdekkingen die werden gedaan door de vele medici, sterrenkundigen en ingenieurs bleef het wereldbeeld aangepast worden, omdat deze vaak in strijd waren met het traditionele wereldbeeld. In de zestiende eeuw werd er bij natuurwetenschappelijke ontdekkingen stevast gewezen naar de Oudheid, want de nieuwigheden werden gezien als de herintroductie van iets ouds. Ook bij de bloedsomloop van Harvey werd er gewezen naar Hippocrates, omdat sommige schrijvers er van overtuigd waren dat de Griekse natuurfilosoof dit ook al geweten had.³³

Anthonie van Leeuwenhoek

De Nederlandse microscopist Anthonie van Leeuwenhoek leefde in een latere periode van de Wetenschappelijke Revolutie dan William Harvey. De Vrede van Westfalen was getekend in 1648 en daarmee was een einde gekomen aan een reeks conflicten in Europa, waaronder de Tachtigjarige en de Dertigjarige oorlog. De Europese mogendheden werden steeds extravert en verlegden hun interesses naar de handel met Azië en de 'Nieuwe Wereld'. Door de Baconiaanse ideologie van 'kennis is macht' kwam er meer geld beschikbaar voor geleerden om hun onderzoek te doen en de Europese mogendheden probeerden elkaar de loef af te steken. Er ontstonden wetenschappelijke genootschappen, zoals de *Royal Society* in Engeland en de *Académie Royale des Sciences* in Frankrijk,

³⁰ Harvey, *The Circulation of the Blood*, 9-28

³¹ Ibidem, 29-70

³² Ibidem, 9-28.

³³ Vermij, *Kleine geschiedenis van de wetenschap*, 60-2.

die geheel aan de natuurwetenschap waren gewijd en waar wetenschappers dagelijks bijeen konden komen, gesponsord door de staat.³⁴

Van Leeuwenhoek was vooral bekend als microbioloog die zijn grootste ontdekkingen had gedaan door middel van zijn microscoop. Robert Hooke beschouwde Van Leeuwenhoek als de enige microscopist die serieus werk afleverde en de microscoop werd lange tijd beschouwd als een onbetrouwbaar instrument die niets bij droeg aan de ontwikkeling van de geneeskunde.³⁵ Het schrijnendste voorbeeld is de beschuldiging aan het adres van Marcello Malpighi. Een jonge Italiaanse dokter beweerde dat Malpighi in zijn dertigjarige loopbaan geen enkele bijdrage had geleverd met zijn microscoop aan de geneeskunde. De microscopist kwam hierop met een lange lijst aan ontdekkingen die dankzij de microscoop zijn bloot gelegd door hemzelf, Jan Swammerdam, Robert Hooke en Anthonie van Leeuwenhoek, maar slechts weinige ontdekkingen hebben bijgedragen aan de geneeskunde. Desondanks waren de nieuwe inzichten dankzij de microscoop belangrijk voor de ontwikkeling van de natuurwetenschappen.³⁶ Malpighi ontdekte bijvoorbeeld de haarvaten die het bloed van de slagaders naar de aders vervoerde en hiermee de ontdekking van de bloedsomloop bevestigde.³⁷ Anthonie van Leeuwenhoek ontdekte de spermatozoïden na een nachtje met zijn vrouw en zwengelde onbedoeld de discussie aan tussen ovisten en animalculisten.³⁸ De microscoop was er om de wereld bloot te leggen en de wereld begrijpelijker te maken en Van Leeuwenhoek ontdekte nog meer organismen die met het blote oog niet konden worden gezien. Onder meer door een druppel water onder zijn microscoop te leggen ontdekte hij kleine wezens en zag ook dat insecten niet ingewikkelder in elkaar zaten dan groter levensvormen.³⁹ Van deze ontdekkingen deed hij uitgebreid verslag in brieven die hij naar de *Royal Society* stuurde. In 1688 stuurt hij een verslag naar Londen over zijn onderzoek naar de bloedsomloop. Deze circulatie van het bloed was inmiddels geaccepteerd door de geleerden van Europa en werd nog verder onderzocht.

Den waarachtigen omloop des bloeds

“Hebben wy nu geluk gehad (daar wy na verlangt hebben, en waar na wy veel jaren soo nu als dan seer naarstig, dog te vergeefs, gesogt hebben) dat wy nu soo naakt de ommeloop van het bloet, ende den doorgang van het selvige uyt de Arterie in de Vena in de voorverhaalde Kikvors en Visschen, hebben voor de oogen gestelt, soo sullen wy egter daar op niet rusten, maar ons devoir doen om het selvige ook in andere Dieren na te speuren, ende, is 't doenlyk, insgelyks ie ontdekken.”⁴⁰

Anthonie van Leeuwenhoek deed veel van zijn onderzoek door middel van observatie en uit het bovenstaande citaat, dat uit zijn verslag over de bloedsomloop van kikkers en vissen gaat, blijkt dat zijn onderzoek nog niet ten einde is, maar slechts een voorbode voor onderzoek op grotere organismen. Dit onderzoek is begonnen toen Van Leeuwenhoek door de weilanden van Delft wandelde en daar onverwachts het kikkerdril tegen kwam van de grootste van de twee kikkers die in de Delftse grachten voorkwamen. Rondom de stad kwamen namelijk twee soorten kikkers voor, de normale en de grote “*welkers achter-lijven of dikste van de achterpoten by de France Natie voor goede spijs gebruykt werd*”, zoals Van Leeuwenhoek de soorten omschrijft. Op de laatste kikkers en met name het kikkerdril en de dikkopjes die hieruit voortkwamen baseert hij zijn onderzoek en

³⁴ Cohen, *De herschepping*, 180-1.

³⁵ Henry, *The Scientific Revolution*, 46, 83.

³⁶ Cohen, *De herschepping*, 222-3.

³⁷ Vermij, *Kleine geschiedenis van de wetenschap*, 86.

³⁸ Deze discussie gaat over wat verantwoordelijk is voor het menselijk leven. De ovisten stellen dat het leven voortkomt uit het vrouwelijke eitje, terwijl de animalculisten stellen dat het leven voortkomt uit de spermatozoïden en het eitje slechts dient als voedsel.

³⁹ Vermij, *Kleine geschiedenis van de wetenschap*, 85-6.

⁴⁰ Anthonie van Leeuwenhoek, *Den waarachtigen omloop des bloeds*, (Delft 1688) bron: www.gutenberg.org

ontdekkingen. Door het kikkerdril mee naar huis te nemen had Van Leeuwenhoek een flinke voorraad exemplaren om te bestuderen en in te snijden. Zelfs op de zevende dag waren de dikkopjes, of wormpjes zoals Van Leeuwenhoek ze noemt, niet veilig voor de microscoop en scalpels van de geleerde. In de brief haalt Van Leeuwenhoek de Amsterdammer Jan Swammerdam nog even aan en ook William Harvey komt even voorbij, maar deze heren spelen verder een rol in de zijlijn en worden niet meer aangehaald in het verslag.

Van Leeuwenhoek heeft bij zijn brief diverse afbeeldingen gevoegd waar hij speciaal een tekenaar voor heeft laten komen. Met deze tekeningen onderbouwt hij zijn argumentatie over de vele verschillende bloedsomlopen die zich in de kikkervisjes bevinden. Met name de staart was voor Van Leeuwenhoek een interessant onderwerp en beschrijft tot in detail hoe de aders zich van en naar het hart vertakten. Ook ontdekt hij de haarvaten die slechts kleine hoeveelheden bloed kunnen verwerken samen een omloop van het bloed vormen. Vanuit de staart maken deze haarvaten een kromming richting de huid waarna ze het bloed weer terug voeren naar het hart. Deze haarvaten dienden zo klein te zijn om alle delen van het lichaam te kunnen voeden. Daarnaast stelt Van Leeuwenhoek dat deze haarvaten ook in de mens voorkomen.

Ook bespreekt Anthonie van Leeuwenhoek de werking van het hart op het bloed. Hoe verder het bloed van het hart stroomt, des te gelijkmatiger beweegt het. In de aders rondom het hart zal het bloed bewegen op het ritme van het kloppen. In de staart zal het bloed hier minder last van hebben en het zich als een stroom gedragen. Na de bevindingen over de bloedvaten bij de kikkers en kikkervisjes te hebben beschreven richt Van Leeuwenhoek zich op andere wezens die in de grachten in Delft leefden, namelijk voorntjes en brasem. In deze dieren ontdekte Van Leeuwenhoek opnieuw de grote aders die zich vertakten in de kleinere haarvaten.

Van Leeuwenhoek als radicale breuk of voortzetting van Harvey?

Het grote verschil tussen het werk van Anthonie van Leeuwenhoek met dat van William Harvey is dat Van Leeuwenhoek geen gepubliceerd werk is. Het is een brief aan de Royal Society en dit werkt door het hele geschreven stuk heen. Het is weliswaar wetenschappelijk onderbouwd met argumenten, beschrijvingen en tekeningen, maar dikwijls komt zijn subjectieve mening duidelijk naar voren. Dit in tegenstelling bij Harvey die een objectieve beschouwing geeft van zijn ontdekkingen die het wereldbeeld van Galenus nog verder omver zouden stoten. *Den waarachtigen omloop des bloeds* van Van Leeuwenhoek moet dan ook gezien als een voortzetting van William Harvey. Het is duidelijk dat de samenleving de theorie van Harvey over de bloedsomloop heeft geaccepteerd en het hart als de motor van de bloedsomloop ziet. De microscoop van Van Leeuwenhoek zag echter meer dan William Harvey met het blote oog. De haarvaten in het lichaam van de kikker werden door Van Leeuwenhoek blootgelegd en hij gaf een uitvoerige beschrijving van de rode bloedlichaampjes die hun kleur aan het bloed gaven. Desondanks draagt deze brief niet veel bij aan de Wetenschappelijke Revolutie. De haarvaten in het menselijke lichaam waren al eerder blootgelegd door Malpighi en ook de rode bloedcellen waren al eerder ontdekt door Jan Swammerdam.

Uiteraard zijn er ook overeenkomsten te noemen tussen de twee geleerden. Beide mannen vormden een onderdeel van de Wetenschappelijke Revolutie en droegen bij aan de mechanisering van het wereldbeeld. Harvey met zijn bloedsomloop die de levensgeesten uitbanden en Van Leeuwenhoek met zijn eerdere ontdekking van de spermacellen.⁴¹ Ook de methode van onderzoek kwam overeen en de eerder aangehaalde terminologie van Floris Cohen komt hier weer van toepassing. Zowel de Engelsman als de Nederlander behoorden bij de derde vorm van natuuronderzoek, namelijk die van observatie en het opsporende experiment. De enige kanttekening die hierbij geplaatst dient te worden is dat Harvey zijn ontdekkingen met het blote oog deed en Van Leeuwenhoek de beschikking had over een microscoop. In de werken over de bloedsomloop komt meermaals naar voren hoe de onderzoeksresultaten zijn vergaard en het mag duidelijk zijn dat hiervoor veel dieren gestorven zijn op de snijtafels. Herten, vissen, kikkers, runderen en honden zijn

⁴¹ Cohen, *De herschepping*, 221.

nog maar een kleine greep van de selectie die bij deze observatoren op de snijtafel hebben gelegen voor hun onderzoek naar de slagaders en de aders.

Secundaire literatuur over William Harvey en Anthonie van Leeuwenhoek

Om de context te beschrijven waarin William Harvey en Anthonie van Leeuwenhoek leefden heb ik gebruik gemaakt van verschillende monografieën die allemaal een andere insteek hebben gebruikt in het schrijven van hun werk. Door deze verschillen zijn er tussen de interpretaties van de ontdekking van de bloedsomloop en de bijdrage van Anthonie van Leeuwenhoek afwijkingen te constateren. Deze zal ik nu uiteenzetten en toelichten.

Alle vier de auteurs, Cohen, Vermij, Henry en McClellan, erkennen dat de microscoop aan de geneeskunde niets tot weinig heeft bijgedragen. In de kennis van de natuur is de bijdrage des te groter. Dankzij de microscoop ging de wereld die zich onder onze ogen bevond open. Bloedlichaampjes, spermatozoiden en andere micro-organismen werden voor het eerste voor het blote oog zichtbaar. Daarnaast erkennen de auteurs de oprichting van de wetenschappelijke academies als essentieel in de ontwikkeling van de Wetenschappelijke Revolutie. Wetenschappers kregen subsidies van de staat en aan de Royal Society mochten de geleerden zelf hun veld kiezen. Dit is tegenstelling tot het Franse equivalent waar de koning de interesses van de academie bepaalde. McClellan laat zich niet uitgesproken over de microscoop, maar Vermij en Henry richten zich op literatuur waarin het instrument als onbetrouwbaar wordt afgeschilderd. Spermatozoiden waren bijvoorbeeld een verkeerde waarneming in Henry en bij Vermij werd de microscoop in eerste instantie niet gebruikt voor serieus onderzoek. Dit kwam pas in de tweede helft van de 17^e eeuw opzetten. Over *Den waarachtigen omloop des bloeds* laten de vier auteurs zich niet uit, maar over de ontdekkingen die Van Leeuwenhoek heeft gedaan zijn ze het allemaal wel met elkaar eens.

Over William Harvey zijn er grotere verschillen te ontdekken tussen de schrijvers over de ontwikkeling van de wetenschap. Cohen behandelt Harvey als een revolutionair die dankzij de val van Byzantium kon komen opzetten. Deze derde vorm van natuurkennis kwam na 1453 in Europa terecht en onderging omstreeks 1600 een revolutionaire transformatie, waarin onder meer Harvey een belangrijke pion was. Als je dit gaat vergelijken met de theorie van McClellan vallen er verschillen te ontdekken. Niet de val van Byzantium was voor McClellan de reden dat Harvey een belangrijk persoon in de geschiedenis werd, maar de militaire revolutie en de renaissance waren in zijn ogen de reden. Door de kunst en de nieuwe soort wonden op het slagveld ging de anatomische kennis met sprongen vooruit, waardoor er steeds meer ontdekkingen werden gedaan in Italië. William Harvey wist ze echter allen te overtroeven met zijn ontdekking van de bloedsomloop. Dit methodologische verschil komt doordat McClellan de wereldgeschiedenis beschrijft met de nadruk op wetenschap en technologie en Cohen zich uitsluitend richt op de ontwikkeling van de Wetenschappelijke Revolutie. In het volgende hoofdstuk zal ik hier verder over uitwijden.

Andries Vesalius wordt door alle auteurs naar voren geschoven als de belangrijkste voorloper van Harvey. Zijn werk *De humani corporis fabrica libri septem* dat tegelijkertijd uitkwam met *Over de omwenteling der hemelbollen* van Copernicus in 1543 was een kritische verhandeling op het werk van Galenus. Henry heeft het zelfs over 200 fouten die door Vesalius uit het werk van Galenus werden gehaald. Een voorbeeld is het borstbeen dat niet uit zeven delen bestond, maar slechts uit drie. Door deze verhandeling met de verbeteringen op Galenus' werk ontstond er ruimte voor andere wetenschappers. Het mechanische wereldbeeld greep meer om zich heen en de natuur werd steeds vaker gedwongen haar geheimen prijs te geven.

Hoofdstuk 2 Europa versus de rest

Tussen de vier monografieën over de Wetenschappelijke Revolutie die in dit onderzoek worden gebruikt is een duidelijke scheiding te maken wat betreft het geografische gebied die de auteurs afbakenen om de Wetenschappelijke Revolutie te verklaren. John Henry's *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science* en Rienk Vermij's *Kleine geschiedenis van de wetenschap* zoeken bijvoorbeeld het ontstaan van de Wetenschappelijke Revolutie alleen in Europa. Vermij start zijn betoog in de Oudheid bij de Griekse natuurfilosofen, terwijl Henry het startpunt ziet liggen in de Renaissance bij de Poolse astronoom Nicolaas Copernicus. Over deze verschillen van interpretatie zal ik in hoofdstuk drie verder uitwijden.

In dit hoofdstuk zal ik mij echter toelagen op de twee andere monografieën over de Wetenschappelijke Revolutie, namelijk *De herschepping van de wereld* van Floris Cohen en James E. McClellan III's *Science and Technology in World History*. In deze monografieën wordt er niet alleen aandacht besteed aan Europa waar de Wetenschappelijke Revolutie plaats vond, maar ook aan de andere grote beschavingen die er in de wereld waren. Ik zal de verschillen tussen beide auteurs aangeven per beschaving die door McClellan worden aangehaald en laten zien hoe deze doorwerken in de rest van hun betoog. Het belangrijkste verschil zit echter al in de titel van de auteurs. Cohen laat met *De herschepping* zien hoe de wereld stukje voor stukje wordt ontrafeld door te experimenteren, te berekenen en te beredeneren. Hij eindigt dan ook aan het einde van de Wetenschappelijke Revolutie met de Britse hoogleraar Isaac Newton. Dit in tegenstelling tot McClellan die niet stopt omstreeks 1700, maar verder gaat tot de 20^e eeuw. Waar Cohen begint in het oude Griekenland met de paradox van Parmenides⁴² begint McClellan bij de oerknal. In de titel van zijn boek staat immers het begrip wereldgeschiedenis en reserveert daarom een groot gedeelte van zijn betoog voor de prehistorie en het ontstaan van de grote beschavingen na de Neolithische Revolutie.

In den beginne...

McClellan laat de geschiedenis van de wetenschap beginnen bij het absolute begin, namelijk bij de oerknal ruim dertien miljard jaar geleden, om vervolgens een gigantische stap voorwaarts te maken naar het Paleolithicum. Vanuit deze periode in de prehistorie wordt de weg beschreven naar de Neolithische Revolutie. De auteur beschrijft hierin hoe de mens ontstaat en welke stappen zij hiervoor heeft moeten zetten. Het belangrijkste is dat de mens de natuur steeds meer naar zijn hand gaat zetten door het ontwikkelen van werktuigen zodat zij konden overleven. Dit gebeurde ruim 300.000 jaar geleden en een belangrijk verschil met de apen is, en ons nog steeds van hen onderscheidt, is dat *homo sapiens sapiens*, werktuigen hadden om nieuwe werktuigen mee te maken. Daarnaast kreeg de mens controle over het vuur en dit zorgde voor extra bescherming, warmte en een gezonder dieet. Vele millennia later ontwikkelde de mens ook de pijl en boog om mee te jagen en werden de eerste dieren gedomesticeerd, namelijk de wolf. Ervaring en kennis waren erg belangrijk voor het overleven van de vroege mens, maar er was hier nog geen sprake van wetenschap. Over het waarom zal ik later uiteenzetten.⁴³

De vroege mensen waren nomaden die achter de kuddes aan trokken, maar na de ijstijd stopten zij hiermee en gingen zich vestigen in kleine dorpjes. Door de domesticatie van dieren hoefden zij niet meer achter de kuddes aan te trekken. Het beëindigen van het nomadische bestaan zorgde voor een stabielere situatie voor vrouwen en was een reden dat zij meer kinderen kregen. De dorpen werden steeds groter en er werd meer handel gedreven met andere nederzettingen. Handelscentra en wegen waren het logische gevolg, evenals bescherming tegen plundersaars door de stijgende welvaart. Natuurlijk bleven er ook nomaden bestaan, zoals de Bedoeïenen en de Mongolen,

⁴² De paradox van Parmenides was het probleem van de verandering. Volgens Parmenides liet verandering zich niet denken en waren er slechts twee fasen. Tussen het Zijn en het niet-Zijn liet de Wording zich niet denken. Met dit probleem gingen andere filosofen verder en werd de basis gelegd voor de natuurfilosofie.

⁴³ McClellan, *Science and Technology in World History*, 1-17.

maar opvallend is wel dat er over de hele wereld tegelijkertijd grote samenlevingen ontstonden aan de rivieren. Belangrijk kenmerk van deze samenlevingen is dat zij allen een irrigatiesysteem ontwikkelden om de akkers te bewateren en nieuwe gewassen te kunnen laten groeien. Naast deze nieuwe agricultuur en watermanagement ontstonden er meerdere lagen in de samenleving, zoals religie, architectuur, legers en politie, absolute leiders als koningen en farao's en het schrift. Met deze ontwikkelingen kwam ook de bureaucratie en de belasting op het toneel. Door het geld dat beschikbaar uit de belasting kwam hoefde niet iedereen meer voor het voedsel te zorgen. Er ontstonden dus ook takken van wiskunde, geneeskunde en astronomie, al dan niet gesponsord door de koning of farao. Vooral de kalender was bij de samenlevingen ver ontwikkeld, maar deze waren voor de landbouw bedoeld. Wel konden de meeste grote samenlevingen de zonsverduisteringen voorspellen en hadden zij afzonderlijk van elkaar het jaar ingedeeld in maanden, al dan niet in verschillende grootte. Hieronder zal ik de grootste beschavingen uitgebreider bespreken en vergelijken met Cohen.

Toch was er hier nog altijd geen sprake van wetenschap, zoals McClellan en Cohen dat voor ogen hadden. De auteurs zien natuurfilosofie als de kern van het wetenschappelijke onderzoek en de Wetenschappelijke Revolutie. Bij de beschavingen die hierboven zijn beschreven wordt de natuur wel onderzocht, maar door observatie en ervaring. De natuur wordt, zoals Francis Bacon later zou omschrijven, niet op pijnbank gelegd om haar geheimen prijs te geven. In de wetenschap die wordt beoefend zit geen systeem en kennis was niet het eindpunt, ondanks dat dit wel steeds belangrijker werd. Kennis van de natuur was in deze periode alleen nog maar voor de dagelijkse bezigheden van nut. Natuurfilosofie kwam oorspronkelijk en alleen bij de Oude Grieken vandaan en dat is ook waar Cohen begint in zijn *De herschepping*.

Het oude Griekenland

Cohen ziet in iedere beschaving die hij beschrijft een tendens van opkomst en neergang en dus ook in de Griekse samenleving. In de zesde eeuw voor Christus begonnen de Grieken de Goden waarmee natuurverschijnselen werden verklaard achter zich te laten. Vanaf nu werd er *top-down* gewerkt aan het verklaren van de natuur. Van te voren werd er een systeem bedacht hoe de natuur in elkaar stak en vanuit dat systeem werden de ervaringsfeiten, zoals onweer en zonsverduisteringen, ingepast. Het hoogtepunt van het Griekse natuur-denken vond echter plaats in de hoofdstad Athene. Aan de hand van de Paradox van Parmenides kwamen enkele grote denkers op die allen de paradox op wilden lossen. Socrates, Plato, Epicurus en de Stoa kwamen met oplossingen die elkaar allemaal uitsloten. Het invloedrijkst was echter Aristoteles en zijn filosofie werd pas negentien eeuwen later vervangen door René Descartes. Een andere Griekse vorm van natuurfilosofie ontstond aan de overkant de Middellandse zee, namelijk in Alexandrië. Hier proberen natuurfilosofen de natuur te verklaren door middel van de wiskunde. Nadeel was echter dat deze natuurfilosofie niet was gericht op de realiteit, maar zich uitsluitend richtte op de ideale gebeurtenis. Vanuit de ervaring werd er een element geabstraheerd en onder ideale omstandigheden wiskundig berekend. De natuur werd beschreven en kennis kwam door de zintuigen en de empirie. Een groot verschil met de Atheense wijze, waarin kennis voort kwam uit het denken. Hoogtepunt van Alexandrië was de *Almagest* van Ptolemaeus waarin een eerste verklaring van het heelal kwam. Na de val van het westelijke Romeinse rijk zouden de Griekse teksten in Byzantium terecht komen en voor lange tijd worden vergeten. Wel moet worden opgemerkt dat het hoogtepunt van Alexandrië enkele eeuwen na het hoogtepunt van Athene was.⁴⁴

Waar Cohen met Parmenides met de deur in huis komt vallen gaat McClellan op dezelfde voet verder als waar hij was gebleven, namelijk met de geschiedenis van de mens. Hij geeft een verklaring waarom de Grieken begonnen met het stellen van de wetenschappelijke vragen en waarom deze vragen niet in een andere beschaving werden gesteld. Als verklaring geeft McClellan dat Griekenland een karig land was en geen grote rivieren kent waaraan een nederzetting zich kon opwerken tot een grote beschaving. Totdat Alexander de Grote de Grieken verenigde, en onder meer

⁴⁴ Cohen, *De herschepping*, 15-39.

de door Cohen genoemde stad Alexandrië stichtte, bestond er in Griekenland alleen *poleis* of stadstaten die waren gericht op het drijven van handel. Griekenland was door het gebrek aan landbouw, zelf konden ze alleen druiven en olijven verbouwen, naar buiten gericht en daarom meer geïnteresseerd in wat er in de wereld gebeurde. In tegenstelling tot wat we later zullen zien werden de filosofen in Griekenland niet gesponsord door het hoofd van de polis waardoor er een zekere vrijheid voor hen bestond. Zij waren vrij om zich te richten op wat zij zelf wilden en er ontstonden in Athene verschillende scholen. Er waren voor Alexander de Grote geen instituten waar de natuurfilosofen bij elkaar konden komen. Na de dood van Alexander in 323 voor Christus ontstond er in Alexandrië een groot onderzoekscentrum die contacten onderhield met Athene, maar ook onder de Romeinen nog van invloed was. Gedurende de derde en vierde eeuw na Christus raakten de stad en het onderzoekscentrum in verval door invasies van buitenaf en het terug willen veroveren van de stad door de Romeinen.⁴⁵

De Islambeschaving

In de Griekse natuurfilosofie zit volgens Cohen een ontwikkelingspotentieel verscholen dat zich in de zestiende eeuw weet te ontplooiën en leidt tot de Wetenschappelijke Revolutie. Dit potentieel kwam na de neergang van de Griekse denkers in handen van de Islambeschaving, maar kwam hier niet tot volle wasdom. De khalief Al-Mansour stichtte in het huidige Irak de stad Bagdad en wilde dat deze stad het evenbeeld van Alexandrië zou worden in kennis en cultuur. Hij gaf daarom opdracht om op zoek te gaan naar de Griekse natuurfilosofische teksten. Daarnaast had de khalief nog een motivatie om de teksten naar Bagdad te halen, want volgens de overlevering waren de teksten oorspronkelijk Perzisch en waren ze door Alexander de Grote naar Griekenland gestuurd. De khalief wilde hiermee zijn culturele erfgoed veilig stellen. Desondanks was er voor de Islamitische geleerden geen ruimte om tot een Wetenschappelijke Revolutie te komen. In de Islam werd de wetenschap gebruikt voor religieuze doeleinden, zoals het vinden van Mekka en de tijden te bepalen waarop gebeden dient te worden. Bijzonder is echter wel dat de beide stromingen, de Atheense en Alexandrijnse vorm van natuurfilosofie, gebruikt werden om tot een correcte bepaling te komen. In de Griekse wereld bleven deze stromingen strikt van elkaar gescheiden, mede door de eeuwen die er tussen zaten, en Cohen gebruikt zijn eigen, in de inleiding al genoemde, terminologie hiervoor. Via de Islambeschaving kwamen de teksten uiteindelijk weer in Europese handen, maar hier was wel een neergang van de Islam voor nodig. Het Spaanse Toledo was hier het eerste voorbeeld van. Er was in deze stad een kenniscentrum gesticht met veel vertaalde teksten uit de Oudheid. Door de Spaanse *Reconquista* kwam in de 11^e eeuw deze stad vol met informatie weer ter beschikking van de Europeanen. In deze periode had de Islambeschaving, die zich van de grens met India tot aan Spanje en Portugal uitstrekte, al eerder te maken gehad met veroveringstochten. Niet alleen de kruistochten trokken de grenzen over, maar ook de Mongolen zwierven door het rijk met als dieptepunt de verwoesting van Bagdad in 1258. Gevolg van deze invallen was dat de Islam zijn nieuwsgierigheid naar de natuur kwijt begon te raken en in zichzelf keerde. De Islambeschaving keerde terug naar de oude geloofswaarden waar zij haar heil in zocht en een letterlijke interpretatie van de Koran.⁴⁶

De weg die door McClellan is ingeslagen blijft door hem gevolgd worden. De geschiedenis van de wetenschap is alleen in een nieuw stadium terecht gekomen, namelijk in Mesopotamië. Griekse teksten werden in het Indische Jundishapur al vertaald naar het Syrisch voordat de Moslims de stad binnenvielen in 642. Een belangrijk verschil met andere volken die steden binnenvielen is dat de moslims niet plunderden en verwoesten, zoals bijvoorbeeld de Mongolen later zouden doen in Bagdad en de Visigothen in Rome. De steden die de moslims binnenvielen werden geassimileerd en de aanwezige kennis werd door hen overgenomen. De Islam stond voor vijf eeuwen wetenschappelijke cultuur en was de eerste wetenschappelijke samenleving. Deze florierende cultuur kon ontstaan door een nieuwe wijze van landbouw door het aanleggen van irrigatiekanalen en het verbouwen van nieuwe gewassen als citrusvruchten, rijst en suikerriet. De bevolking groeide snel en

⁴⁵ McClellan, *Science and Technology in World History*, 55-99.

⁴⁶ Cohen, *De herschepping*, 59-80.

Bagdad had in 930 een inwoneraantal over het miljoen en ook de Spaanse stad Cordoba, die onder Islamitisch heerschappij stond, kende ruim een miljoen inwoners. Voor de middeleeuwen waren dit ongekende aantallen aangezien de grootste Europese steden slechts 50.000 inwoners telden. Niet alleen de steden waren veel groter dan in Europa, maar ook de bibliotheken kenden geen gelijke in de wereld. Duizenden bibliotheken boordevol met boeken met Westerse, Arabische, Indische, Iranese en Chinese invloeden verschenen binnen de grenzen. Behalve voor bidden waren moskeeën ook een centrum voor lering en waren astronomen en andere geleerden nodig voor het bepalen van de gebedstijden. In de architectuur werden Romeinse voorbeelden gebruikt en ook kwamen technologieën uit het oosten voor in de Islamwereld.⁴⁷

Ondanks dat het de Islambeschaving zo voor de wind ging en net zoveel wetenschappers kende als de oude Grieken onderging ook deze wereld een neergang. McClellan geeft hiervoor meerdere redenen en de opvallendste is de Islamisering van het rijk. Het rijk van de Islam was altijd een multiculturele samenleving met Perzen, Arabieren, Chinezen, Grieken, Joden en Christenen, maar naar mate de tijd verstreek bekeerden steeds meer inwoners zich tot de Islam. De culturele ruimte die er was voor creatieve denkers vernauwde en door een gebrek aan invloeden van buitenaf stagneerde de wetenschap. Ook McClellan ziet een reden in de neergang door druk van buitenaf in het heroveren van de Spaanse gebieden door de christenen en de Mongoolse invasies, maar ook nog een economische reden. Het Islamitische rijk lag tussen het opkomende westen en het oosten. Het diende als een tussenhandelaar en had hierdoor een goede economische positie. Met de ontdekking van de 'Nieuwe' wereld door Columbus in 1492 en de handelsroutes via de zee om Afrika heen begon de handelspositie en de economie te verslechteren. Wetenschappers waren sterk afhankelijk van subsidies, maar door de mindere inkomsten kregen ook zij minder geld.⁴⁸

Byzantium

Byzantium na de val van het westelijke Romeinse rijk. Galenus en Hippocrates krijgen hier een belangrijke positie in het wereldbeeld. Dierengeneeskunde stond in een bijzonder daglicht, omdat de cavalerie een belangrijk onderdeel vormde van het Byzantijnse leger. Met een grens die aan meerdere kanten aangevallen kon worden waren gezonde dieren van vitaal belang voor het voortbestaan van het rijk. Veel verhandelingen over dierengeneeskunde kwamen hier vandaan. Daarnaast kwam vanuit Byzantium de eerste kritiek op Aristoteles door Philoponus. Op deze uitzonderingen na noemt McClellan Byzantium geen belangrijk onderzoekscentrum. Met het verlies van Egypte aan de Islam en de kruistochten werd het verval van Byzantijnse rijk al ingezet vanaf het jaar 1000.⁴⁹

De herschepping ziet echter een andere rol weggelegd voor Byzantium, namelijk die van conservator van de antieke teksten. Deze bleven hier de gehele Byzantijnse periode opgeslagen totdat de Turken de stad Constantinopel in 1453 binnenvielen en een Italiaanse priester de teksten in veiligheid wist te stellen door ze naar Italië te verhuizen. Het zou het begin betekenen van de Renaissance en de Wetenschappelijke Revolutie.⁵⁰

China

Voor de Chinese wetenschap heeft Cohen een aparte plaats ingeruimd in *De herschepping*. Het Chinese denken over het ontstaan van de wereld en de kosmos komt bijna tegelijkertijd op met het Griekse denken. In de periode van de Strijdende Staten (480-221 voor Christus) komt het tot bloei. In dit Chinese denken staat centraal hoe een stabiele maatschappelijke orde tot stand kon worden gebracht. Harmonie is hierin het belangrijkste element, want de wereld is een oneindig fijn weefsel waarvan elk draadje met elkaar is verweven. De materie, of tsji, en yin en yang bewaren een delicaat evenwicht die de wereld en de kosmos in balans houden. Behalve in de Griekse werken zit er ook in

⁴⁷ McClellan, *Science and Technology in World History*, 102-13

⁴⁸ Ibidem, 113-4.

⁴⁹ McClellan, *Science and Technology in World History*, 99-101.

⁵⁰ Cohen, *De herschepping, ...*

de Chinese natuurwetenschap een ontwikkelingspotentieel en dan met name in het werk van Mo Ti, maar deze zal zich nooit ontplooiën. De vereniging van China onder de Han-dynastie zorgt voor een algemene, goedgekeurde, keizerlijke filosofie genaamd de Weg en het Mandaat des Hemels.⁵¹

De geschiedenis van China begint in *Science and Technology in World History* na de vestiging van de Han-dynastie. In deze periode begint de bevolking van China explosief te groeien door een reorganisatie van de rijstproductie waardoor er veel meer voedsel beschikbaar komt. Als een gevolg groeien de steden en wordt er een sterke bureaucratie, of mandarinaat, opgezet door de keizer. Door deze sterke bureaucratie is er echter geen vrijheid voor wetenschappers om te onderzoeken wat zij willen. Er werd hen geen ruimte geboden zonder staatsinterventie, waardoor wiskunde en astronomie alleen worden onderzocht voor het praktisch nut. Voordeel hiervan is wel dat China al vroeg in de geschiedenis komt met de boekdrukkunst, het kompas, buskruit, textiel, porselein en ijzer. Producten die in Europa nog eeuwen op zich zouden laten wachten. Het Chinese keizerrijk was ook al eerder begonnen met het ontdekken van de wereld, maar kwam niet verder dan het huidige Mozambique. Niet veel jaren later kwamen de Portugezen in de Indische oceaan en bepaalden de Europeanen de verdere geschiedenis, omdat China zich naar binnen keerde aan het begin van de 15^e eeuw. Waar de Chinezen zich echter niet op hadden gericht was het ontdekken van de natuur. Hun filosofie van de Weg was voor hen voldoende en bood geen ruimte voor verder onderzoek. In de wiskunde kenden de Chinezen wel een hoog niveau met als voorbeeld het berekenen van π tot zeven decimalen achter de komma. Dit wil overigens niet zeggen dat de Chinezen niet naar de hemel keken, want dit gebeurde wel. Hun kalender bereikte een hoog niveau door observaties en berekenden een zonnejaar op 365 $\frac{1}{4}$ dagen, maar zij stelden geen vragen over de beweging van de aarde en de zon.

De Chinese wetenschap kende verschillende invloeden van buitenaf. In de 7^e eeuw trokken Chinese Boeddhisten naar India op zoek naar heilige teksten die vervolgens werden vertaald naar het Chinees. Behalve deze heilige teksten kwamen ook ontdekkingen in de astronomie, astrologie, wiskunde en de medicijnen de richting van China op. De tweede invloed die China binnenviel was de Islam in de 13^e eeuw. Islamitische astronomen werden door de Mongoolse overheersers in Peking geplaatst, waardoor de Chinese astronomen in contact kwamen met het werk van Euclides en Ptolemaeus. Deze werken werden echter niet vertaald voor de 17^e eeuw toen de derde invloed van buitenaf zich kenbaar maakte. In deze periode kwam China steeds meer in contact de Europeanen en werd de Chinese wetenschap betrokken bij de rest van de wereld.⁵²

De Indusvallei

Een beschaving die door Cohen niet wordt genoemd is die van de Indiërs. De Indusvallei heeft vele invloeden van buitenaf gekend door zijn ligging tussen enkele grote rijken. Allereerst waren er de Perzen die het gebied veroverden en niet veel later zou Alexander de Grote de vallei bij zijn rijk voegen. Dankzij Alexander de Grote kwamen de Griekse teksten ook in dit gedeelte van de wereld terecht. De Indische wetenschappelijke ontwikkelingen had door zijn centrale ligging dan ook invloed op de Chinese, Islamitische en Europese wetenschap. Zoals al eerder genoemd had de stad Jundishapur al vele Griekse teksten van de filosofen vertaald.⁵³

Na Alexander de Grote ontstond er een verenigd rijk onder Chandragupta Maurya. Hiervoor was het gebied verdeeld geweest en was er geen centraal beleid of leider. Door het gebruik van de Ganges en nieuwe irrigatiekanalen kon er door de boeren twee keer in het jaar worden geoogst en maakte het rijk dezelfde ontwikkelingen door die we al eerder hebben gezien. Er volgde een bevolkingsexplosie, urbanisatie en er kwam een bureaucratie. De astronomie en astrologie werden door de Griekse invloeden sterk ontwikkeld, maar het rijk zou al snel weer versplinteren totdat het in de vierde eeuw na Christus weer werd verenigd onder de Guptas. In India was vanaf de vierde eeuw voor Christus ook veel medische kennis aanwezig over mensen en dieren. De dierengeneeskunde bereikte een hoog niveau door het verzorgen van de olifanten en de paarden die in de oorlogen

⁵¹ Ibidem, 39-52.

⁵² McClellan, *Science and Technology in World History*, 119-37.

⁵³ Ibidem, 143.

werden gebruikt. Daarnaast werden ook de botanische wereld en ziektes uitgebreid in beeld gebracht, werd van de Islam de astronomie overgenomen en kwam vanuit China de traditie van de alchemie in India terecht.⁵⁴

De Nieuwe Wereld

Een wereld die bij Cohen pas in 1492 wordt genoemd is de 'Nieuwe Wereld' wanneer Christoffel Columbus deze bij toeval aandoet op 5 december. Bij McClellan wordt dit gebied al eerder genoemd, maar erkent dat er geen natuurfilosofie bestond. Invloed op de Wetenschappelijke Revolutie was er dus ook niet, maar dit wil niet zeggen dat er geen kennis over de natuur was.

De drie beschavingen die worden aangehaald in *Science and Technology* zijn die van de Maya's, de Azteken en de Inca's. De Maya's staan tegenwoordig bekend om hun uitgebreide kalender die het einde van de wereld voorspeld op 21 december 2012, maar zij noteerden ook de geschiedenis van rijk en waren bedreven in de numerologie en de astronomie. Door ontbossing door de Maya's zelf ging hun beschaving ten onder en met hen het niveau van de natuurkennis dat zij hadden bereikt.⁵⁵

De Azteken hebben hun beschaving op dezelfde wijze opgericht als in de 'Oude ' wereld gebeurde. Door middel van irrigatiekanalen werd de landbouw gereorganiseerd en konden er zeven gewassen per jaar op worden verbouwd. Van het overschot kon de geurbaniseerde bevolking worden gevoed en kon er een bureaucratie en een leger worden opgezet. Naast de astronomische kennis waren de Azteken ook bedreven in de geneeskunde en waren ze bekend met de botanische wereld. Al deze vakgebieden waren gebaseerd op waarnemingen en de ervaring. Onder Montezuma I werden zelfs een botanische tuin en een diertuin opgericht. Tegen de ziekten die de Spanjaarden vanuit Europa meenamen waren zij echter niet opgewassen en betekende, ondanks de grote medische kennis en levensverwachting die tien jaar bovenop de Europeanen lag, de ondergang van de Azteken.⁵⁶

De laatste beschaving die zich wisten te verenigen waren de Inca's. Ook hier waren de wiskunde en de astronomie hoog ontwikkeld, maar verder is er nog weinig bekend over dit verloren volk. Met komst van *conquistadores* gingen zij ten onder. De wetenschap die vanaf dit moment in Noord en Zuid-Amerika zou worden bedreven was een onderdeel van de ontwikkelingen in Europa. De Europeanen zouden vanaf nu immers beide continenten bezetten.⁵⁷

Concluderend

Het belangrijkste verschil tussen Cohen en McClellan zit verscholen in het begin van beide boeken, namelijk in de titel, subtitel en de inleiding. Floris Cohens *De herschepping* vraagt de lezer in zijn inleiding om alle eerder opgedane literatuur, kennis en huidige wereld te vergeten zodat de auteur samen met de lezer het ontstaan van de natuurwetenschap kan ontdekken. Vanaf de Grieken wordt er hier een reis gemaakt langs Athene, Alexandrië, China, Bagdad, Toledo, Constantinopel om vervolgens in de Renaissance de Wetenschappelijke Revolutie mee te maken. Dit is ook het doel van *De herschepping*. Cohen wil laten zien waarom de Wetenschappelijke Revolutie plaats heeft gevonden in Europa en niet in de Islambeschaving of in China. Met deze uitleg is ook meteen de titel en de subtitel verklaard. De wereld wordt herschapen langs de natuurwetenschappelijke weg. Doordat Cohen de Wetenschappelijke Revolutie wil verklaren werkt dit duidelijk door in de rest van zijn betoog. Het duidelijkste voorbeeld is dat het betoog eindigt na het afronden van de Wetenschappelijke Revolutie door Isaac Newton. Iets wat bij McClellan niet gebeurt.

Het boek van McClellan heeft dezelfde doelgroep voor ogen, maar stelt in de inleiding niet dezelfde vragen als Cohen. Het boek is puur geschreven als een inleiding voor mensen die zich willen verdiepen in de geschiedenis van de wetenschap en technologie in de wereld. Het verklaren van de

⁵⁴ Ibidem, 143-7.

⁵⁵ Ibidem, 155-62.

⁵⁶ Ibidem, 162-4.

⁵⁷ Ibidem, 164-7.

Wetenschappelijke Revolutie is voor McClellan en zijn coauteurs niet het uiteindelijke doel, zoals blijkt uit de subtitel, *an introduction*. Naast de steden, landen en periodes die bij Cohen worden beschreven wordt de lezer van McClellan mee genomen naar het beginpunt van het heelal, namelijk de oerknal, en de prehistorie, maar het eindigt pas in de 20^e eeuw met de kernramp bij Tsjernobyl. McClellan zet kort maar duidelijk de geschiedenis neer van verschillende grote beschavingen die in de wereldgeschiedenis hebben bestaan. Zijn 'Grand Narrative' richt zich op de samenleving en de wederzijdse beïnvloeding die de beschavingen op elkaar hebben gehad. Overeenkomst met Cohen is echter wel dat ook hij erkent dat de Wetenschappelijke Revolutie altijd besloten heeft gelegen in de Griekse natuurfilosofie en geeft redenen waarom deze niet tot uiting hebben kunnen komen in de andere beschavingen, hetzij door sterke bureaucratieën of door een superioriteitsgevoel dat geen plaats bood aan verder onderzoek van de natuur.

In *De herschepping* maakt Cohen gebruik van zijn eigen terminologie om duidelijk te maken waarom er in de Islamwereld en China geen Wetenschappelijke Revolutie plaats vond. Ook de filosofie van Athene, de wiskunde van Alexandrië en het observeren en onderzoeken krijgen een eigen term die door het hele boek worden gebruikt. Er is daardoor een duidelijke scheiding tussen de verschillende vormen van natuurfilosofie die pas aan het einde van de Wetenschappelijke Revolutie bij elkaar komen. McClellan heeft geen eigen terminologie en ook geen duidelijke scheiding tussen de verschillende vormen van natuuronderzoek. Wat beide auteurs wel duidelijk van elkaar afscheiden zijn de verschillende regionale gebieden waar wetenschap of natuuronderzoek werd beoefend. Cohen gaat daarin zelfs een stapje verder door enkele sleutelfiguren naar voren te schuiven en aan de hand daarvan de voortgang van de natuurfilosofie te laten zien. Bij McClellan worden niet alle figuren even uitgebreid als bij Cohen beschreven. Met name René Descartes, Isaac Beeckman, Christiaan Huygens en Francis Bacon komen er bij McClellan karig vanaf, maar hij ontkent niet de bijdrage die zij hebben gehad aan de Wetenschappelijke Revolutie.

Het ontwikkelingspotentieel dat in de oude filosofieën besloten ligt vormt de kern van *De herschepping*. Via culturele transplantaties komt de natuurkennis via de Islambeschaving en Byzantium weer in Europa terecht en vormt de katalysator van de Wetenschappelijke Revolutie. Door deze weg in de inleiding in te slaan geeft Cohen zichzelf geen ruimte om van deze weg af te wijken. McClellan verschaft zichzelf veel meer ruimte in zijn inleiding en kan daarom beter de ontwikkelingen beschrijven in de wereld die hebben geleid tot de Wetenschappelijke Revolutie. Omdat de kennis ook in andere landen is geweest via het pad dat Cohen beschrijft geeft hij ook aan waarom hier geen Wetenschappelijke Revolutie is of kon ontstaan. De weg die de natuurfilosofie heeft afgelegd alvorens het tot bloei kwam door culturele transplantaties van Europa via de wereld van de Islam en weer terug naar Europa komt niet terug bij McClellan. In *Science and Technology* wordt er meer uit gegaan van beïnvloeding van de verschillende beschavingen. Zelfs de Chinese natuurfilosofie heeft invloed gehad op de Europese en andersom en dit is iets dat niet bij Cohen voor komt. Europa, China en de Islamwereld zijn duidelijk van elkaar afgescheiden en alleen de Islambeschaving heeft een lichte invloed gehad op de natuurfilosofie in Europa. Door de verschillende wijzen over hoe de auteurs de Wetenschappelijke Revolutie benaderen ligt een duidelijk voorbeeld in de neergang van de Islambeschaving. Tegelijk ligt hierin een overeenkomst omdat de beide auteurs telkens een tendens van opkomst en neergang. Het verschil is echter dat McClellan verschillende redenen geeft voor de neergang van de Islambeschaving, zoals cultureel, politieke en economische gronden. Cohen daarentegen kijkt hoofdzakelijk naar wat er met de natuurfilosofie gebeurt. Door invasies van de Mongolen en de verwoesting van Bagdad komt de natuurfilosofie op het tweede plan terecht en richten de Islamiëten zich op de Koran en de oude geloofswaarden. De Islam keert bij beide auteurs naar binnen toe, maar geven dus verschillende redenen omdat er verschillende benaderingen zijn die invloed hebben op hun boek.

Dat de Wetenschappelijke Revolutie plaats vond in Europa is iets waar de auteurs het met elkaar over eens zijn en ruimen hierin een speciale plaats voor Galilei en Newton. McClellan beschrijft de ontwikkelingen in Europa vervolgens net als hij met de andere beschavingen heeft gedaan. Een agriculturele revolutie of omslag zet de landbouw op zijn kop waardoor er meer geproduceerd kon worden en verbeterde de levensomstandigheden. Universiteiten werden

opgericht door heel Europa en zorgde voor een algemene bekendheid met Aristoteles en zijn heersende wereldbeeld. Thomas van Aquino had gezorgd dat Aristoteles en de christelijke leer met elkaar verenigd raakten waardoor zijn wereldbeeld stevig in het zadel zat tot Byzantium viel en de humanisten kwamen. McClellan gaat vervolgens verder via Copernicus, naar Brahe , Kepler en Galilei om te eindigen bij Newton. René Descartes wordt wel genoemd, evenals, Beeckman, Huygens, Van Helmont, Gilbert, Harvey, Bacon en Boyle, maar krijgen niet zo'n prominente plaats in de Wetenschappelijke Revolutie als bij Cohen. Bij hem vormen namelijk al deze mannen een belangrijke spil in het ontwikkelen van de natuurfilosofie. Met name over Johannes Kepler verschillen de auteurs van mening. Waar Cohen Kepler neerzet als een revolutionair doet McClellan iets anders. Hij stelt namelijk dat Kepler een grote invloed heeft gehad op de wetenschap, maar niet op de Wetenschappelijke Revolutie. McClellan noemt Kepler echter, omdat hij geen beschrijving geeft van de Wetenschappelijke Revolutie maar van de ontwikkeling van de wetenschap in de wereld. Voor beide auteurs geldt dan weer wel dat ze Kepler als de voorloper van Galilei zien, ondanks dat Galilei niets van hem moest hebben.

Hoofdstuk 3 Vier Auteurs, Vier Wetenschappelijke Revoluties?

Nog steeds weerklinken de echo's van de oerknal 13,7 miljard jaar geleden in het universum die de aanleiding vormde van het ontstaan van ons heelal. Nieuwe sterren werden geboren en uit restanten van enkele van deze sterren ontstond de zon, die later niet alleen het centrum van ons zonnestelsel zou vormen. Vanaf dit moment begon echter ook onze geschiedenis tot het moment van de eurocrisis.⁵⁸

In de tussenliggende tijd is er niet alleen in de geschiedenis, maar ook in de historiografie veel gebeurd. Behalve de natuurfilosofie ontstond er namelijk ook een geschiedfilosofie, oftewel het verklaren van de wereld en de wereld om ons heen. Hoe komen historici tot hun bevindingen en welke weg leggen zij af om bij hun conclusie te komen? In de geschiedfilosofie zijn verschillende stromingen ontstaan in de landen waar historisch onderzoek werd verricht. Zodoende kwamen in Frankrijk, Engeland, Duitsland en de Verenigde Staten vormen van geschiedschrijving tot ontwikkeling die allemaal een andere benadering hadden. Bijvoorbeeld werd er door de *Annales* in Frankrijk niet meer gekeken naar politieke gebeurtenissen, maar keken zij naar de grotere structuren. De structuur van het platteland werd niet veranderd door de politiek, zeiden zij, want de boer ploegt altijd door en de politiek werd door hen uit de geschiedschrijving gelaten. Over dezelfde periode kwamen de historische stromingen tot andere conclusies. Een ander voorbeeld is de *New History* uit de Verenigde Staten, waar de sociale wetenschappen werden geïntroduceerd in de geschiedschrijving. Dezelfde gebeurtenis, de democratisering van de Verenigde Staten, wordt door deze nieuwe historici verklaard met verschillende argumenten. Frederick Jackson Turner verklaard de opkomst van de democratie vanuit de geografische situatie van de Amerikaanse staten. Door het steeds verder opschuiven van de westelijke grens kon de Amerikaanse samenleving keer op keer opnieuw worden uitgevonden. In de *meltingpot* van de Verenigde Staten konden de immigranten veramerikaniseren. Twee andere Amerikaanse historici, James Harvey Robinson en Charles Beard, komen echter met een andere verklaring, maar betrekken beide de sociale wetenschappen op de geschiedenis. Beard komt met economische motieven van de *Founding Fathers* voor het opstellen van de grondwet en zijn amendementen, terwijl Robinson het schrijven van democratische geschiedenis als aanleiding ziet van de democratie. Alle bevolkingsgroepen krijgen hierin een eigen plek in de geschiedenis en dus ook in de democratie. Verschillende stromingen hebben op deze manier de revue gepasseerd zoals het poststructuralisme, en het postmodernisme tot dat we nu zijn aangekomen bij de *Linguistic Turn*.

Ik haal dit aan om te laten zien dat de geschiedwetenschap aan verandering onderhevig is en historici andere standpunten kunnen verdedigen binnen dezelfde geschiedfilosofische stroming. Dit is wat er ook is gebeurd met de vier boeken over de Wetenschappelijke Revolutie. Het staat dus niet op zichzelf dat de auteurs allen met andere verklaringen komen over het ontstaan ervan. Alle auteurs erkennen wel de Wetenschappelijke Revolutie, maar kennen andere revolutionaire figuren en een ander startpunt. Het antwoord op hoe dit kan gebeuren ligt dus besloten in de historiografie. De historicus Ed Jonker legt in zijn boek *Historie* uit hoe het kan dat historici anders over een bepaalde periode denken. Geschiedenis wordt namelijk niet alleen bedreven door de historici, maar ook door psychologen, politici, theologen en door medici. Door deze bedrijvigheid in het geschiedkundige debat worden er verschillende posities ingenomen en het geeft aan dat de geschiedenis nooit wordt afgesloten. Af en toe meten historici zich onder meer de rol aan van een psycholoog, filosoof of een rechter, al dan niet met opzet. Historici zijn namelijk niet goed in geschiedenis, maar wel in het denken over geschiedenis. Zij kunnen relativiseren, nuances aanbrengen en vergelijkingen trekken met het verleden.⁵⁹

Tegenwoordig wordt er door de historici deelgenomen aan de *edifying conversation*. Hierin gaan historici het debat met elkaar aan om de geschiedenis beter te begrijpen. De grote verhalen, zoals McClellan die heeft geschreven, komen weer terug. Geschiedenis is geen exacte wetenschap,

⁵⁸ Christopher Lloyd, *Wat is er in hemelsnaam gebeurd*, (Londen 2008) 11.

⁵⁹ E. Jonker, *Historie, Over de blijvende behoefte aan geschiedenis* (Assen 2007) 7-12,137-41.

zoals de natuurkunde en de scheikunde, waardoor er altijd ruimte overblijft voor discussie. Deze discussies kunnen een belangrijke plaats innemen in het maatschappelijke debat. De geschiedenis is er immers om van te leren.

Uiteraard is dit niet het enige antwoord op de vraag waarom de auteurs allen een andere weg tot hun conclusie afleggen. Het andere deel van het antwoord ligt besloten in de persoonlijke eigenschappen van de auteurs. Enkele vragen die hierbij een rol spelen zijn de volgende. Welke opleiding hebben zij afgerond en waar hebben zij deze genoten? Welk werk van de Wetenschappelijke Revolutie heeft de meeste indruk op hun gemaakt? Ervaringen uit het leven geven immers vorm aan de mens en ook de historici zijn niet groot gebracht in sociaal vacuüm. Daarnaast is het optreden van de historici afhankelijk van de mogelijkheden die hen geboden wordt en wat er wordt verwacht van uitgevers of universiteiten.

De auteur van *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*, John Henry, heeft namelijk zijn werk moeten schrijven als een onderdeel van een serie over Europa in de zestiende eeuw. Henry kan daarom niet met een verklaring voor de Wetenschappelijke Revolutie aankomen die ligt in het Oude Griekenland, zoals de Nederlandse auteurs Floris Cohen en Rienk Vermij wel doen. Copernicus is voor Henry het beginpunt van de revolutie door de wiskundige berekening van het heliocentrische wereldbeeld in 1543. Opvallend is echter dat in McClellans betoog Copernicus wordt gezien als de laatste van de oude astronomen. De Poolse astronoom wordt door hem gezien als een opvolger van Ptolemaeus. Omdat McClellan met zijn boek start in de prehistorie kan hij deze vergelijking ook trekken in tegenstelling tot Henry. Door de insteek om in de prehistorie te beginnen kan McClellan weer niet ingaan op de historiografie, maar wel op de grote verbanden tussen de beschavingen die in de wereld hebben gebloeid. Deze onderlinge beïnvloeding komt niet terug bij de andere auteurs. Zij schrijven namelijk geen wereldgeschiedenis, maar richten zich op de geschiedenis van de wetenschap of de Wetenschappelijke Revolutie.

Een voorbeeld waaruit blijkt dat historici niet in een sociaal vacuüm leven blijkt uit het startpunt van Cohen en Vermij. De twee Nederlandse auteurs beginnen beide in het Oude Griekenland en zijn hierin waarschijnlijk beïnvloed door het in 1950 gepubliceerde *De mechanisering van het wereldbeeld* van E.J. Dijksterhuis. Dit standaardwerk over de Wetenschappelijke Revolutie begint ook bij de Griekse filosofen en wordt expliciet genoemd in de inleiding van Cohen.

Op de vraag of de geschiedwetenschap voor mij nog steeds een wetenschap is als er verschillen bestaan in interpretaties tussen auteurs, kan ik met een volmondig ja beantwoorden. Doordat de vier auteurs allemaal een andere invalshoek gebruiken en hun boek met een verschillend doel hebben geschreven ontstaan er nu eenmaal verschillen in de interpretatie. Deze zijn er altijd al geweest en geen enkele historicus heeft de absolute wijsheid in pacht. Alleen door een standpunt in te nemen over een gebeurtenis uit het verleden kan er door de historicus een boodschap aan een publiek worden verkondigd, gestaafd met argumenten of bronnen die in het verleden liggen. Op deze manier blijft de geschiedenis altijd actueel en van toepassing, maar ook aan discussie onderhevig. Zoals de Amerikaanse taalfilosoof Richard Rorty stelt kan de absolute waarheid niet worden bereikt en alleen pragmatisch worden vastgesteld. Door gesprekken kan er solidariteit worden bereikt tussen personen.⁶⁰

Daarnaast is het doel van de wetenschap om systematisch kennis te vergaren. Door het kiezen van verschillende invalshoeken kunnen historici meer verbanden ontdekken en via hun artikelen, discours of verhandelingen het gesprek aangaan en de confrontatie opzoeken. Dit is ook iets dat in de exacte wetenschappen plaats vindt De wetenschappers van het CERN waren zo verbaasd over hun ontdekkingen dat het kleinste en bekendste deeltje sneller kon reizen dan het licht dat zij aan andere onderzoekscentra vroegen om gaten in hun ontdekking te schieten. Zij zochten dus de confrontatie op om via de zinvolle conversatie verder te komen. *Edification* komt dus

⁶⁰ L. Kramer en S. Maza, , *A Companion to Western Historical Thought* (Oxford 2006)329-30 en Hoorcollege 7 Grondslagen 23 maart 2011 over de Linguistic turn.

ook in deze tak van de wetenschap voor en door de *edification* mag de geschiedwetenschap zich een wetenschap noemen.

Geraadpleegde literatuur

Primaire bronnen

Harvey, W., *Over de beweging van het hart en bloed* (Londen 1628), vertaald door Nicolaas van Assendelft (Amsterdam 1650).

Harvey, W., *The Circulation of the Blood, Two Anatomical Essays by William Harvey together with nine letters by him, (1636-57)* vertaald door Kenneth J. Franklin (Springfield 1958).

Leeuwenhoek, A., *Den waachtigen omloop des bloeds* (Delft 1688).

Secundaire literatuur

Cohen, H.F., *De herschepping van de wereld. Het ontstaan van de moderne natuurwetenschap verklaard* (Amsterdam 2008).

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

Jonker, E., *Historie. Over de blijvende behoefte aan geschiedenis* (Assen 2007).

Kramer, L., en S. Maza, *A Companion to Western Historical Thought* (Oxford 2006).

Lloyd, C., *Wat is er in hemelsnaam allemaal gebeurd* (Londen 2008).

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

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

Temkin, O., *Galenism. Rise and Decline of an Medical Philosophy* (Londen 1973).

Vermij, R., *Kleine geschiedenis van de wetenschap* (Amsterdam 2008).

