

Gods andere boek

Over Robert Boyles rol in de Wetenschappelijke Revolutie

Naam: Daan van den Berg

Studentnummer: 3703630

Cursus: Onderzoekseminar III A: De Wetenschappelijke Revolutie

Begeleider: prof. dr. H.F. Cohen

Datum: 10-04-2014

Inhoudsopgave

Inleiding	Pag. 2
Eigenaardigheden Robert Boyle	Pag. 3
Boyle in <i>De herschepping van de wereld</i>	Pag. 4
Boyle in <i>Kleine geschiedenis van de wetenschap</i>	Pag. 8
Boyle in <i>The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science</i>	Pag. 12
Boyle in <i>Science and Technology in World History</i>	Pag. 16
Vergelijking en commentaar aan de hand van de brontekst	Pag. 19
<i>Religie</i>	Pag. 20
<i>De experimentele traditie en mechanische filosofie</i>	Pag. 22
<i>De afbraak van het aristotelisme</i>	Pag. 23
Reflectie op de historische discipline	Pag. 25
Conclusie	Pag. 27
Bibliografie	Pag. 29

Inleiding

“I have the more expressly declar’d my Mind on this occasion, because, indeed, of the two main Reasons, which put me upon so difficult a Work, as I foresaw this Treatise would be, *as one was*, the Love I bear to *Truth* and *Philosophical Freedom*; so the other was, a just Concern for *Religion*. For thinking it very probable, that, in so Inquisitive and Age as This, some Observations, like Mine, about *Nature itself*, might come into the minds of Persons ill-affected to *Divine Providence*, who would be glad and forward to wrest them, and make a perverse use of them; I thought it better, that such Notions should be candidly propos’d, by One that would take care to accompany them with those Cautions, that may keep them from being injurious to *Religion*.”¹

Aldus Robert Boyle, een van de geleerden die meehielp de Wetenschappelijke Revolutie tot stand te brengen door bij te dragen aan het ontwikkelen van een nieuwe natuurwetenschap. Die nieuwe natuurwetenschap kwam niet zonder slag of stoot tot stand: ze moest geloofwaardig gemaakt en ontdaan worden van de atheïstische reuk die eraan kleefde. In deze scriptie zal ik behandelen in hoeverre Boyle binnen de Wetenschappelijke Revolutie paste en wat hij bijdroeg aan de verdediging ervan. Ik heb deze scriptie zo opgezet, dat ik de opdracht die ervoor gold als volgt incorporeer. Ik zal de brontekst *A free enquiry into the Vulgarly Receiv’d notion of nature* (1686) van Robert Boyle (1627-1691) uitleggen en in zijn historische context plaatsen aan de hand van vier auteurs en hun boeken over de Wetenschappelijke Revolutie: *De herschepping van de wereld* van Floris Cohen, *Een kleine geschiedenis van de wetenschap* van Rienk Vermij, *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science* van John Henry en *Science and Technology in World History* van McClellan & Dorn. Daarbij ga ik in op de overeenkomsten en verschillen in de interpretaties die de genoemde auteurs geven van het kader waarbinnen zij Boyle en zijn ideeën plaatsen. Daarbij zal ik ook aandacht besteden aan de methodologische overeenkomsten en verschillen tussen de benaderingen van deze vier auteurs. Aansluitend zal ik dan nog behandelen wat het verschil in visie en interpretatie van de vier auteurs op in feite hetzelfde onderwerp zegt over de geschiedwetenschap als geheel, en over de status van geschiedenis als wetenschap.

Voordat ik overga naar het beschrijven van de manier waarop Boyle terugkomt in de vier cursusboeken, dien ik eerst een paar algemene kanttekeningen te plaatsen bij de manier waarop ik dat wil doen. De belangrijkste is dat de vier auteurs een boek hebben geschreven over de Wetenschappelijke Revolutie, *niet* over Robert Boyle. Dat lijkt een open deur, maar het heeft een aantal consequenties. Het hierop volgende betoog vergelijkt geen visies op Robert Boyle, maar op Robert Boyle *binnen de Wetenschappelijke Revolutie*. Daarom is het niet alleen van belang wat de auteurs specifiek over Boyle zeggen, maar ook wat ze *niet* zeggen, en welke plek ze hem in hun betoog geven. Om die laatste vraag te kunnen beantwoorden is het nodig om te laten zien welke visie op de Wetenschappelijke Revolutie de auteurs hanteren en met welke historische methode ze die willen

¹ Boyle, 498.

uitwerken. Die bepaalt mede welke historische rol ze voor Boyle weggelegd zien. Daardoor zullen er soms dezelfde dingen meerdere keren behandeld worden. Denk daarbij aan de rol van sleutelfiguren als Aristoteles of Descartes. Deze figuren spelen zo'n belangrijke rol binnen de betogen van de verschillende auteurs dat ik ervoor gekozen heb ze ook steeds weer afzonderlijk te behandelen.

Eigenaardigheden Robert Boyle

Robert Boyle was geen gemakkelijke geleerde om binnen de Wetenschappelijke Revolutie te behandelen. Alle vier de auteurs zijn het erover eens dat zijn belang groot was, maar waar dat dan precies uit bestond wordt niet altijd duidelijk. Hij wordt regelmatig genoemd als dé voorman van de London Society, of als dé exponent of voorstander van de experimentele traditie, of als hét voorbeeld van het verbond tussen religie en wetenschap. Dit spreekt elkaar niet noodzakelijkerwijs tegen, maar maakt wel iets essentieels duidelijk: 'het ideeëncomplex van Robert Boyle' bestond niet. Het was een inconsequent denker die zichzelf regelmatig tegensprak², en die daar zelf ook niet altijd problemen mee had.³ Dat maakte het onmogelijk om 'de' Boyle binnen deze scriptie te behandelen: die bestaat niet. Ik focus me daarom op wat ik in de brontekst terugvind. Ik veronderstel dat de vier hier behandelde auteurs ook met de gedachte geworsteld hebben in hoeverre Boyle nou binnen één stroming te vatten valt, en of ze daarbij alle zijpaden en mitsen en maren die bij Boyle horen moesten benoemen. Hoe de auteurs dat in mijn ogen gedaan hebben zal ik ook in mijn commentaar per auteur opnemen.

² Ik sta niet alleen in die mening. Zie Hunter, 2-5.

³ Boyle, 440, 442.

Boyle in *De herschepping van de wereld*

Deze scriptie beginnen met Cohen doe ik niet toevallig. *De herschepping van de wereld* heeft een uitermate duidelijke structuur en opzet, wat het boek bij uitstek geschikt maakt om in het achterhoofd te houden bij de behandeling van de andere auteurs. Dat komt mede doordat Cohen zich bedient van een andere historische methode dan de andere auteurs: die van de vergelijkende verklaring. Daarmee tracht hij in zijn boek de Wetenschappelijke Revolutie te verklaren, met een focus op de vraag waarom ze in Europa plaatsvond. Met deze methode produceert hij een voor geschiedkundige betogen zeer duidelijk onderscheid in fasen en stappen, die doorlopen werden voordat we bij zijn eindpunt 'Wetenschappelijke Revolutie in zeventiende-eeuws Europa' aankomen. Door de toestand van de natuurkennis te vergelijken met de situaties in China, de Islambeschaving en de Europese middeleeuwen verklaart hij waarom de natuurkennis juist in zeventiende-eeuws Europa tot bloei kwam. Voor die mogelijkheid tot bloei, de mogelijkheid tot 'een' wetenschappelijke revolutie, zijn volgens Cohen drie stappen nodig: de natuurkennis moet een substantieel ontwikkelingspotentieel in zich dragen, die moet er door een proces van 'culturele transplantatie' uit komen, en vervolgens in iets radicaal anders getransformeerd worden.

Die natuurkennis met substantieel ontwikkelingspotentieel werd gevormd door de '(natuur)kennis om zichzelf in de Oudheid. Het betrof daar twee varianten: de natuurfilosofie van de vier Atheense Scholen, en de extreem abstracte wiskunde in Alexandrië. De Scholen legden zich toe op het verklaren van de wereld, en deden dat op basis van onveranderlijke grondprincipes waaruit alles afgeleid werd: het prototype van een top down-verklaring. De wiskundigen in Alexandrië hielden zich juist verre van verklaringen: zij legden zich toe op volledig abstracte wiskunde, zonder enig verband met de 'echte' wereld te trekken. Beide vormen waren intrinsiek gesloten systemen: door de vastgelegde grondprincipes waaruit alles werd afgeleid hadden de Atheense Scholen beperkte intellectuele speelruimte. Kennis kon wat worden opgerekt en verrijkt, maar uiteindelijk liep men op de grenzen van de zelfgeschapen cirkel. Voor de Alexandrijnse wiskunde gold dat niet, maar ook die was intrinsiek gesloten: ze had slechts een beperkt aantal onderwerpen om wiskundig te behandelen. Het is dan ook niet gek, zo stelt Cohen, dat in het navolgen en uitbreiden van deze vormen van natuurkennis uiteindelijk een neergang plaatsvond: de grenzen van de cirkel waren bereikt, de rek was eruit.

Deze vormen van natuurkennis werden meerdere keren onderworpen aan het proces van culturele transplantatie. Hoe Cohen deze processen precies uitwerkt is voor dit betoog nauwelijks van belang, het belangrijkste is de vruchtbare bodem die Renaissance-Europa bleek voor de Atheense natuurkennis die teruggevonden werd in Byzantium. Het was in dit Europa dat de vormen van natuurkennis in iets radicaal anders getransformeerd werden. In dat proces speelt voor Cohen Boyle een rol. Voordat we bij Boyle aanbeland zijn dienen er echter nog een aantal volgende stappen doorlopen te worden.

De Wetenschappelijke Revolutie begint voor Cohen met drie revolutionaire transformaties. De eerste is de omvorming van die eerder genoemde Alexandrijnse wiskunde: Kepler en Galilei betrokken de uitermate abstracte wiskunde voor het eerst op de werkelijkheid. Niet langer stond de wiskunde

volledig los van de empirie: Kepler en Galilei lieten zien dat je de ‘echte wereld’ in wiskundige termen kunt gieten, en dat vervolgens proefondervindelijk kunt bewijzen.

De tweede transformatie was iets minder revolutionair, omdat de bestaande kennisstructuur intact bleef, maar is voor Cohen niet minder van belang: de verrijking van de antieke atoomleer met deeltjes-in-beweging door Beeckman en Descartes. Het bleef een op enkele grondprincipes gestoelde leer, maar de deeltjes-in-beweging bleken veel specifiekere en gedetailleerdere antwoorden op te leveren dan de klassieke atoomleer.

De derde transformatie betreft een gebied van natuurkennis dat nog niet aan de orde is gekomen, een gebied dat gekenmerkt werd door nauwkeurige waarneming en een sterke oriëntatie op praktisch nut⁴. Deze vorm van natuurkennis werd door drie mensen getransformeerd: Bacon, Harvey en Van Helmont. Zij deden dit allemaal op geheel eigen wijze, maar onderliggende principes kwamen overeen: in plaats van het op *bevestiging gerichte* experiment deed men *opsporende experimenten*, waarbij men niet terugdeinsde om de natuur ‘op de pijnbank te leggen’ om haar geheimen bloot te laten geven. Tevens gingen allen uit van een bezield wereld en had men een sterke focus op de praktijk en het ambacht.

Het bleef in de Wetenschappelijke Revolutie niet bij de hier genoemde transformaties, maar voordat verdere revolutionaire ontwikkelingen mogelijk waren moesten er eerst een aantal levensbeschouwelijke bezwaren die aan de nieuwe natuurkennis kleefden onschadelijk gemaakt worden. Cohen spreekt van een ‘legitimiteitscrisis’, een construct dat bij de andere auteurs niet als zodanig terugkomt. Tussen 1645 en 1660 neemt Cohen een dip in de beoefening van de nieuwe natuurkennis waar, veroorzaakt door drie dingen: censuur, zelfcensuur, en een dreigende oorlog van allen tegen allen. Met name de censuur en zelfcensuur zijn voor dit betoog van belang: de levensbeschouwelijke bezwaren die aan de nieuwe natuurkennis kleefden zorgden voor (pogingen tot) censuur vanuit de kerk en zelfcensuur van de auteurs. De oplossing hiervoor bleek tweeledig: het centrum van de natuurkennisbeoefening verschoof naar het noorden van Europa met minder sterke overheden en/of minder invloed van de (katholieke) kerk, en vele auteurs stortten zich op het wegwerken van de bezwaren door de nieuwe natuurkennis in overeenstemming te brengen met het christendom en het er tot op zekere hoogte zelfs onderdeel van te maken: in plaats van zielenheil door ascese, een plekje in het hiernamaals door een actief en vruchtbaar leven nú. Zo lag de weg open voor verdere uitbreiding van de Wetenschappelijke Revolutie.

We hebben Cohen voor de legitimiteitscrisis achtergelaten bij de drie revolutionaire transformaties. Deze drie behoefden nog wel expansie, en dat is precies wat er daarna gebeurde. Deze expansie consolideerde de drie vormen van natuurkennis en er vond zelfs voor het eerst in de geschiedenis enige vruchtbare samenwerking tussen de verschillende vormen plaats. De tijd was nu rijp voor drie verdere transformaties, waarin de samenwerking tussen de vormen zulke proporties aannam dat de muren ertussen in elk geval tot op zekere hoogte geslecht werden⁵. Het is hier dat we Boyle tegenkomen bij Cohen.

⁴ Cohen, 136.

⁵ Cohen, 225

Boyle komt terug in Cohens vijfde revolutie, het zogenaamde ‘Baconiaanse Brouwsel’: de (ietwat wonderbaarlijke) mix van de filosofie van deeltjes-in-beweging, Plato’s wereldziel, magie en het opsporend experiment. Boyle was naast Hooke en de jonge Newton een van de drie die paal en perk wilden stellen aan de willekeur die het opsporend experiment en het deeltjesdenken kenmerkten. Zij deden voor de deeltjesfilosofie in combinatie met het opsporend experiment wat Huygens op het vasteland had gedaan voor de combinatie met ‘Alexandrië-plus’: ze ontdeden haar van haar dogmatische kennisstructuur en vormden haar om tot een mogelijkere vruchtbare hypothese. Boyle stelde zelfs een lijst op waarvoor beiden vormen geschikt waren:

Van het gebruik van experimenten voor speculatieve filosofie

1. Voor aanvulling en correctie van onze zintuigen
2. Voor het suggereren van hypothesen, zowel meer algemene als bijzondere
3. Voor het illustreren van verklaringen
4. Voor het oplossen van twijfelachtigheden
5. Voor het bevestigen van waarheden
6. Voor het weerleggen van vergissingen
7. Voor het geven van wenken voor verhelderende onderzoekingen en experimenten, en de kundige uitvoering ervan

Van het gebruik van speculatieve filosofie voor experimenten

1. Voor het ontwerpen van filosofische experimenten die alleen, of in hoofdzaak, afhangen van principes, begrippen en redeneringen
2. Voor het ontwerpen van instrumenten, zowel mechanische als andere, om dingen mee te onderzoeken en uit te proberen
3. Voor het variëren en anderszins verbeteren van bekende experimenten
4. Voor hulp bij het schatten van wat fysisch mogelijk en uitvoerbaar is
5. Voor het voorzien van de uitkomsten van nog niet beproefde experimenten
6. Voor het bepalen van de grenzen en oorzaken van twijfelachtige en schijnbaar niet beslissende experimenten
7. Voor het nauwkeurig vastleggen van de omstandigheden en verhoudingen van experimenten, zoals gewicht, maten en duur enz.

Daarnaast was Boyle voor Cohen met name een (al)chemicus. Hij bracht de diverse varianten die van de deeltjesfilosofie bestonden terug tot hun algemene principes, de zogenaamde ‘catholick principles’. Deze testte hij op hun bruikbaarheid bij de chemie. De kleinste deeltjes klonteren volgens Boyle samen en vormen dan ‘primaire mengsels’. Deze primaire mengsels kun je allerlei chemische processen laten doormaken, maar aan het eind toch hetzelfde primaire mengsel terugvinden. Er heeft dan slechts ‘reconfiguratie van het al bestaande’ plaatsgevonden. Het is echter ook mogelijk om de primaire mengsels weer in hun kleinste materiedeeltjes uiteen te laten vallen, om het op die manier mogelijk te maken dat de kleinste deeltjes andere combinaties aangaan en zo nieuwe primaire mengsels vormen.

Op die manier is het mogelijk “door een ordelijke reeks omzettingen en de tussenkomst van een heel kleine toevoeging of vermindering van materie, uit vrijwel wat dan ook tenslotte wat dan ook [te maken]”⁶. Het is duidelijk welke kant Boyle daarmee op wilde; als dat mogelijk is kun je ook van lood goud maken, de alchemie ten voeten uit. Cohen stelt dat Boyle niet de eerste was die chemische identificatietest ondernam, maar wel de eerste die dat stelselmatig deed: “als de ene bewerking van een kwikhoudende substantie een rood poeder bleek op te leveren en een andere bewerking van een andere kwikhoudende substantie een poeder dat er net zo uitzag, dan stond Boyle anders dan menig voorganger klaar om nader te onderzoeken of dat poeder soms één en dezelfde kwikverbinding was.”⁷

Boyle in *De herschepping van de wereld* is dus vooral de aanjager van Cohens vijfde revolutie; een van de personen die het hypothetische deeltjesdenken met de experimentele traditie verbond. Daarnaast was hij van belang voor de alchemie als eerste ‘structurele’ denker. Dit alles binnen de hierboven beschreven benadering van de Wetenschappelijke Revolutie vanuit de vergelijkende verklaring met haar duidelijke fasen en stappen.

⁶ Cohen, 238.

⁷ Cohen, 239.

Boyle in *Kleine geschiedenis van de wetenschap*

Vermij schrijft in zekere zin een geheel andere uiteenzetting van de Wetenschappelijke Revolutie dan Cohen, omdat hij zijn focus ergens anders legt. Zijn betoog draait om de verandering van het *wereldbeeld* die in de zeventiende eeuw plaatsvond, wat hij omschrijft als een “verschuiving op conceptueel vlak. [...] De belangrijkste verandering betreft de algemeen-filosofische vooronderstellingen die de mensen over de natuur hadden. Kenmerkend voor zulke vooronderstellingen is dat ze als vanzelfsprekend worden aanvaard, zodat veel mensen zich niet eens realiseren dat ze van zulke vooronderstellingen uitgaan. Een dergelijke algemene visie op de natuur is niet zozeer een set van ideeën, maar geeft vooral richting aan de manier waarop mensen problemen definiëren en te lijf gaan. Met een vrij vage term zouden we hier kunnen spreken over hun wereldbeeld.”⁸

Vermij bekijkt de Wetenschappelijke Revolutie dus vanuit dat conceptuele kader; de verandering van het wereldbeeld. Die verandering voltrok zich volgens hem in drie fasen. In de eerste fase, tot de zestiende eeuw, werd het wereldbeeld opgebouwd en sleet het in de samenleving in. In de tweede fase, in de zestiende eeuw, werd dat wereldbeeld vervolgens afgebroken, zonder dat er een alternatief voorhanden was. In de zeventiende eeuw werd dat alternatief opgebouwd in de vorm van de nieuwe natuurwetenschap.

De opbouwende eerste fase begon in de Oudheid. Vermij noemt enkele essentiële punten voor dat wereldbeeld. Hij tekent hierbij wel aan dat ze pas retrospectief, met de moderne natuurwetenschap in het achterhoofd, essentieel worden: in de tijd zelf zouden mensen hele andere punten hebben genoemd. Het wereldbeeld uit de Oudheid ziet er dan ongeveer als volgt uit. Houd hierbij in het oog dat het Vermij dus in principe gaat om de algemeen filosofische vooronderstellingen, niet om de daadwerkelijke inhoud. Ten eerste creëerden de Griekse filosofen het idee van een zelfstandige natuur, dat “het geheel van krachten en oorzaken waardoor de wereld functioneerde zoals hij functioneerde”⁹ omvatte. Ten tweede introduceerde Aristoteles, die als antagonist fundamenteel zou blijken te zijn voor de ontwikkeling van de nieuwe wetenschap, een kosmos van orde: alles heeft zijn vaste plaats. Als dingen bewegen doen ze dat omdat ze het doel dat in hen besloten ligt willen verwerkelijken; bijvoorbeeld terugkeren naar hun natuurlijke plaats. Ten derde maakte Aristoteles een onderscheid tussen het onveranderlijke bovenmaanse en veranderlijke ondermaanse gebied, waarbij het bovenmaanse invloed uitoefent op het ondermaanse. Ten vierde noemt Vermij de ontwikkeling van de wiskunde, die hij als onderdeel van de Griekse filosofie ziet. De wiskunde hield zich bezig met alle abstracte en concrete grootheden, oftewel ‘zuivere’ en ‘gemengde’ wiskunde. Daarbij deed ze geen uitspraken over oorzaken en hoedanigheden. Ten vijfde stipt Vermij het belang van de ontwikkeling van de antieke geneeskunde aan. Artsen dachten net als filosofen na over (het wezen van) de natuur, maar waar filosofen zich verloren in het zijn als zodanig hadden artsen te maken met concrete problemen. Een van de effecten daarvan was dat antieke artsen accepteerden dat ziekten niet (alleen)

⁸ Vermij, 7.

⁹ Vermij, 11.

door de goden veroorzaakt werden maar (ook) langs natuurlijke weg tot stand kwamen. We zullen verderop nog tegenkomen dat Vermij zich bij zijn behandeling van de Wetenschappelijke Revolutie erg op het belang van de geneeskunde richt.

Deze vijf zijn de voornaamste punten uit Vermijs antieke wereldbeeld. Dat wereldbeeld ging in het tijdperk van de volksverhuizingen grotendeels verloren, maar werd in de loop van de middeleeuwen -gedeeltelijk- hersteld. Dat herstel liep vooral via de islamitische rijken, waar de klassieke traditie al eerder was opgepikt. Vermij geeft aan dat de kennis daar niet alleen werd gereproduceerd maar ook werd uitgebouwd, maar hij hecht daar geen bijzondere waarde aan. De islamitische wereld dient bij hem toch vooral als parkeerplaats waar middeleeuws Europa later de kennis vandaan kon halen. *Europa's* hernieuwde interesse begon in de elfde eeuw met de geneeskunde. De antieke wijsbegeerte volgde een eeuw later met de stichting van de eerste universiteiten. Daar ging één filosoof het intellectuele leven domineren: Aristoteles. Deze 'keus' voor Aristoteles verklaart Vermij vanuit de wens van theologen om de afstand tussen God en mens te vergroten: dat kon door de natuur als een -door God geschapen- extern domein te accepteren. Ook op andere terreinen werd Aristoteles' filosofie in overeenstemming gebracht met de christelijke leer. Dit gladstrijken van verschillen gebeurde sowieso met alle antieke geschriften: alles moest zoveel mogelijk gevangen worden in één systeem om de wereld mee te aanschouwen, waar het in de Oudheid toch vooral een doorlopend debat was geweest. Het wereldbeeld dat zo ontstond noemt Vermij het aristotelisch-galenisch wereldbeeld, omdat het met name op die twee auteurs gebaseerd werd. Daarbij tekent Vermij wel aan dat het aristotelisme inmiddels behoorlijk ver van de oorspronkelijke leer van Aristoteles was verwijderd, omdat men niet zelf aan de voeten van Aristoteles had gezeten: de overlevering geschiedde volledig door middel van teksten, waar men een beperkte toegang toe had en die ook nog eens uit het Arabisch vertaald moesten worden. De fysica van Aristoteles werd bijna letterlijk overgenomen.

Vermij tekent bij dit wereldbeeld wel aan dat het eigenlijk misleidend is om van *het* middeleeuwse wereldbeeld te spreken, omdat er nauwelijks een echte natuurwetenschap bestond. Het 'wereldbeeld' bestond veel meer uit algemene kennis en vooronderstellingen waar men op teruggreep. Men hield zich nauwelijks concreet met (het wezen van) de natuur bezig, en als men dat al deed was het door middel van subtiele redeneringen, door logica. Het was juist dit gebrek aan een coherent beeld dat volgens Vermij de inspiratie vormde voor de Wetenschappelijke Revolutie. Eén gebied vormde de uitzondering: de geneeskunde. Hoewel men zich ook daar vooral bediende van boekenwijsheid, gebeurde dit wel tegen de achtergrond van praktische problemen: de theorie uit de boeken moest wel toegepast (kunnen) worden.

In de tweede fase, in de zestiende eeuw, werd het aristotelisch-galenisch wereldbeeld stukje bij beetje afgebroken. Men ging zich nu in tegenstelling tot de middeleeuwen daadwerkelijk interesseren voor de zaken die Vermij al eerder als essentieel voor de toekomstige natuurwetenschap had bestempeld, en daarbij bleek dat er wel het een en ander mankeerde aan dat oude wereldbeeld. De afbraak werd bewerkstelligd door meerdere factoren, en geschiedde op verschillende niveaus. Er ontstond een algemeen-culturele achtergrond waartegen de afbraak plaatsvond. Die achtergrond was belangrijk, maar droeg op zichzelf aan het natuuronderzoek niet (veel) bij. Vermij noemt daarvoor de ontdekkingsreizen, de boekdrukkunst, het humanisme en het neoplatonisme. Tegen deze achtergrond

ontstonden er volgens Vermij studies die direct bijdroegen aan het natuuronderzoek, en er zo mede voor zorgden dat de schoolgeleerdheid haar vanzelfsprekendheid verloor. De studies die Vermij noemt zijn de natuurlijke historie, geneeskunde, wiskunde, 'natuurlijke magie', sterrenkunde, en de 'filosofie der natuur'. Het voert te ver om ze hier allemaal te bespreken, maar ik wil enkele belangrijke dingen aanstippen. Het is niet altijd helemaal duidelijk hoe deze studies afgebakend kunnen worden en hoe ze bijdragen aan Vermijs betoog, maar hij stelt dat ze een 'vruchtbare bodem' vormden voor latere ontwikkelingen. Belangrijkste overkoepelende boodschap is in elk geval dat ze bijdroegen aan de afbraak van het aristotelisch-galenisch wereldbeeld. Opvallend is verder nog dat Copernicus niet het begin vormt van de wetenschappelijke revolutie maar in de 'afbraakfase' zit, en ook Francis Bacon, die bij Cohen zo'n belangrijke rol speelde, bij Vermij niet bijdraagt aan de opbouw van de nieuwe natuurwetenschap maar een van de zovelen was die een vervangend wereldbeeld voor het aristotelische probeerde te ontwikkelen.

Met de zeventiende eeuw komen we in Vermijs derde fase, de opbouw van de nieuwe natuurwetenschap en daarmee van het nieuwe wereldbeeld. Die begint voor Vermij met Galilei. Met zijn onderzoek van het heelal door middel van een verrekijker toonde hij definitief de onjuistheid van Aristoteles aan, introduceerde hij het wetenschappelijke instrument, en liet hij zien dat dit empirisch onderzoek ook filosofisch relevant was. Hij bleek echter niet in staat om daadwerkelijk een ander wereldbeeld te introduceren waar alle nieuwe ontdekkingen in pasten en die toekomstige generaties zou inspireren verder te gaan met het natuuronderzoek. Daarvoor was voor Vermij de persoon nodig waar hem allemaal om draait: René Descartes.

Descartes vormt voor Vermij de spil van de Wetenschappelijke Revolutie. De auteurs die na hem kwamen moesten volgens Vermij allen rekenschap afleggen aan Descartes. Hij was het die voor elkaar kreeg wat tal van geleerden voor hem niet lukte: het introduceren van een allesomvattende totaalvisie met een belofte voor de toekomst. In zijn 'mechanische filosofie' pasten alle ontdekkingen van de jaren daarvoor, en het bood in tegenstelling tot Aristoteles' afgeronde wereld een uitnodiging tot verder onderzoek. We moeten ons volgens Descartes niet laten leiden door klassieke teksten, maar door ons gezond verstand. Hij verving Aristoteles' vier elementen door 'materiedeeltjes' waar alles uit was opgebouwd, de 'orde' door 'natuurwetten' en de doelgerichtheid door causaliteit. Alles in de wereld geschied doordat de materiedeeltjes bewegen en op elkaar inwerken, als delen van een machine: de 'mechanische filosofie'. Een van de redenen dat die filosofie zo goed 'aardde' was om Descartes haar ook in overeenstemming met de Christelijke leer bracht. Onder invloed van de mechanische filosofie ontstond er volgens Vermij voor het eerst iets wat als een 'onderzoeksprogramma' beschouwd kan worden. Binnen dit 'onderzoeksprogramma' vielen de empirische en natuurhistorische traditie en de wiskundige benadering uit de eeuw daarvoor, maar deze ondergingen onder invloed van de mechanische filosofie wel grote veranderingen. Het is bij deze veranderingen dat voor Vermij uiteindelijk Boyle terugkomt.

Hoewel Vermij stelt dat de 'empirische traditie uit de vorige eeuw' binnen het 'onderzoeksprogramma' van de mechanische filosofie paste, had Vermij van het bestaan van een empirische traditie als zodanig in de tweede fase nog niet gerept. Hij stelt ook niet expliciet welke zaken uit de vorige eeuw er onder vallen, maar het lijkt met name de natuurlijke historie en het gebruik van

instrumenten te zijn. Veranderingen bij beiden verbindt Vermij met de mechanische filosofie. Het was dankzij de mechanische filosofie dat men het nut van het gebruik van instrumenten voor natuuronderzoek ging inzien. Daar was wel een specifieke reden voor. Volgens Aristoteles gedraagt de natuur zich onnatuurlijk onder onnatuurlijke omstandigheden. Instrumenten leren ons niets over de natuur, omdat je haar dan onder onnatuurlijke omstandigheden bestudeert. Descartes' natuurwetten blijven echter altijd gelden, dus ook bij het gebruik van instrumenten. Daarnaast veranderde de mechanische filosofie ook de natuurlijke historie. Waar men daarvoor naar bijzonderheden en uitzonderingen zocht, zocht men nu naar orde en regelmaat. In plaats van wonderen vinden wilde men de structuur van de wereld blootleggen. Vermij plaatst Boyle in deze context: als blootlegger -door middel van instrumenten- van de structuur in de wereld. Een voorbeeld van zo'n instrument was de luchtpomp. De uitvinding daarvan staat op naam van Otto von Guericke, maar Boyle bouwde samen met Hooke een verbeterde versie. Boyle was volgens Vermij degene die het belang van de luchtpomp binnen de 'mechanistische natuurwetenschap' inzag. Hij bevestigde de eerdere experimenten van Blaise Pascal met de barometer, en voerde ook enkele nieuwe uit. Zo toonde Boyle aan dat het luchtledige niet alleen bestaat, maar ook dat er geen leven in plaats kon vinden, geen geluid in mogelijk was maar dat licht zich er wel in voort kon bewegen. Ook opperde Boyle het idee van *luchtdruk*: de kracht van de lucht werd niet alleen bepaald door zijn gewicht maar ook door een 'verende kracht'. Bij dit alles moeten we niet vergeten dat het voor Vermij *binnen* de mechanische filosofie past: het was daaraan te danken dat men de uitkomsten van experimenten niet als iets wonderlijks maar verder onbelangrijks zag, maar als puzzelstukje voor het grotere geheel. Daar kwam nog bij dat binnen die experimentele traditie, met Boyle aan het hoofd, een debat ontstond over wat nou de juiste manier van experimenten bedrijven en beschrijven was. De 'Engelse' manier -van de Londense Royal Society- van willekeurige herhaalbaarheid, met een precieze beschrijving van de omstandigheden en aanwezigheid van getuigen werd dominant. Daarmee droeg ze bij aan de methodische gestrengheid die zo noodzakelijk was voor verankering in de maatschappij.

Boyle was voor Vermij dus de persoon die het belang van de luchtpomp als wetenschappelijk instrument inzag, en die meehielp aan het bouwen van een wetenschappelijke methode voor experimenten. Met daarbij als belangrijkste aantekening: binnen -en dankzij- de mechanische filosofie van Descartes, en binnen Vermijs 'verandering van het wereldbeeld'.

Boyle in *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*

John Henry kiest voor een andere benadering van de Wetenschappelijke Revolutie. Zijn boek is veel meer dan de andere boeken een *historiografisch* onderzoek. Henry geeft met name andere auteurs het woord over de onderwerpen die hij kiest. Daardoor lijkt het alsof Henry weinig 'eigen' visie heeft, maar dat is niet helemaal terecht: die schemert uiteraard wel door in de onderwerpen die hij kiest, welke auteurs hij aan het woord laat en de hoeveelheid pagina's die hij eraan wijdt. Desalniettemin is het lastig om zijn boek hier te behandelen, omdat je in een historiografisch overzicht niet werkelijk van 'Henry's visie' kunt spreken. Ik zal dat hier, omwille van de leesbaarheid, echter wel doen. Henry hanteert een veel meer thematische benadering van de Wetenschappelijke Revolutie. Waar de andere auteurs meer lineaire relazen schrijven, behandelt hij zijn onderwerp vanuit specifieke deelonderwerpen. Het gevolg is dat veel minder duidelijk is waar in de tijd de lezer zich bevindt en wat verschillende thema's met elkaar te maken hebben. Daarnaast is het opvallend dat de Oudheid, middeleeuwen en islamitische wereld geen enkele rol spelen bij Henry. De eerste twee komen alleen terug zoals ze vanuit de Renaissance te beschouwen zijn, en de Islam laat hij helemaal weg. Dit is het effect van de boekenserie waar Henry voor schrijft: Europese geschiedenis vanaf de 16^e eeuw. Het gevolg is dat de historische gronden voor de veranderingen binnen Henry's thema's duister blijven. Hij wijst min of meer in de richting van de humanisten, maar daar blijft het bij. Voor de dichterbij liggende veranderingen vanaf de 16^e eeuw heeft Henry wel een duidelijk standpunt. Hij noemt het belang van het intern-externdebat: moeten we de verklaring voor de Wetenschappelijke Revolutie vooral in de interne veranderingen -in de kennis zelf- zoeken, of meer in externe oorzaken als sociale omgeving of cultuur? Henry zelf zoekt het vooral in de externe hoek: in zijn boek komt vooral de stijging op de sociale ladder van de wetenschapsbeoefenaars als verklaring voor de Wetenschappelijke Revolutie naar voren.

Boyle komt voor Henry binnen een aantal thema's terug. Het eerste is de wetenschappelijke methode, waarin hij twee deelonderwerpen onderscheidt: de mathematisering en het experiment. Die twee oefenen voor Henry een soort wisselwerking uit. De opkomst van de experimentele methode volgt uit de mathematisering van het wereldbeeld (denk aan Vermij) en die volgt weer uit de stijging op de sociale ladder van de wiskundigen. Die stijging op de sociale ladder zorgde voor een cognitieve autoriteit waarmee wiskundigen net zo goed als natuurfilosofen in staat waren uitspraken te doen over de werkelijkheid. Om hun uitspraken daadwerkelijk gewicht mee te geven was echter nog meer nodig dan alleen autoriteit. Mathematische uitspraken waren niet te 'zien' in de werkelijkheid, terwijl filosofische uitspraken altijd in de directe zintuiglijke ervaring gegrondvest werden. Voor mathematische uitspraken was daarom iets anders nodig: de experimentele methode. Een van de kenmerken van de Wetenschappelijke Revolutie was volgens Henry de vervanging van de kennis op basis van vanzelfsprekende ervaring door kennis op basis van experimenten die speciaal voor dat doel werden ontworpen. Voor Henry komt Boyle in die context van de nieuwe experimentele methode terug. Hij noemt de fysiologie op basis van onderzoek in plaats van op basis van klassieke auteurs, die een enorme invloed uitoefende op Boyle. Daarnaast was er de alchemie als voorbeeld van een

experimentele traditie. Dat was volgens Henry altijd al een experimentele bezigheid geweest, maar die begon nu ook in zwang te raken bij de natuurfilosofen en andere geleerden. Zo ook bij Boyle, die volgens Henry met name door Paracelsus werd beïnvloed. Daarnaast noemt Henry nog dat de universiteiten, die anders dan nu vooral onderwijs gaven, geen grote rol speelden in de experimentele methode. De plekken voor het nieuwe onderzoek waren de academies als de London Society en het huis van een fanatieke enkeling, en voor beiden noemt Henry Boyle als belangrijk voorbeeld. Hij was ook net als andere denkers uitermate ontevreden met het universiteitssysteem.

Hoewel Henry tot nu toe steeds van 'de' experimentele methode heeft gesproken, geeft hij aan dat er eigenlijk meerdere waren die soms in niets op elkaar leken. "The experimental method of Harvey was not like that of Galileo, and neither were like that advocated by Bacon, or that adopted by Robert Boyle." Er is volgens Henry in die verschillende methodes grofweg een onderscheid te maken tussen Engeland en het Continent. De London Society, met Boyle voorop, werd gekenmerkt door een focus op *matters of fact*. Boyle stelde dat het altijd mogelijk is om een experiment te verzinnen dat de vooronderstellingen van de proefnemer bevestigt. Daarnaast had hij grote moeite met de suggestie dat iets 'wel zou moeten gebeuren' als de vooronderstellingen correct waren. Nee, zo stelde Boyle, het moet puur gaan om het vaststellen van feiten. Henry noemt Boyles experimenten met de luchtpomp als voorbeeld: het ging hem er niet om een keuze te maken tussen het wel of niet bestaan van een vacuüm, maar alleen maar om de veerkracht van de lucht vast te stellen. Deze retorische nadruk op feiten had volgens Henry alles te maken met de geloofwaardigheid van de experimentele methode. Boyle en andere schrijvers gaven mensen het gevoel dat ze echt bij het experiment aanwezig waren geweest, wat als vervanging voor de vanzelfsprekende ervaringsclaims van Aristoteles moest dienen.

Een ander thema waar Boyle in naar voren komt, en waar Henry relatief veel aandacht aan besteedt, is de magie. Henry beschouwt die als onderdeel van het hierboven beschreven empirisme, maar behandelt haar apart. Henry ziet het belang van magie voor de Wetenschappelijke Revolutie in het natuurlijke aspect ervan, 'natuurlijke magie'. Om die magie te doen gebeuren moesten de beoefenaren een uitstekende kennis hebben van hoe natuurlijke lichamen op elkaar inwerkten. Henry stelt dat de isolatie van dat natuurlijke aspect van magie en de opname daarvan in de natuurfilosofie een onderscheidend onderdeel van de Wetenschappelijke Revolutie was. Het gaat daarbij dus expliciet niet over wat wij nu als magie beschouwen, het *bovennatuurlijke*, maar over de manipulatie van het *natuurlijke*. Technologie werd gezien als het in werking stellen van de occulte maar natuurlijke krachten van dingen. Door de hechte verbintenis van wiskunde en technologie werd ook wiskunde als iets magisch beschouwd. Dit alles in een pragmatisch jasje: het ging de magiër er puur om het gewenste effect te bereiken. Henry geeft aan dat de precieze invloed van magie op de kennisopbouw in de Wetenschappelijke Revolutie lastig vast te stellen is, mede door de slechte naam die magie ook in de tijd zelf had en de daaruit resulterende pogingen van geleerden om zich ervan te distanciëren. Het is volgens Henry echter duidelijk dat de magische traditie haar uitwerking niet miste op geleerden, zo ook op Boyle. Hij werd vooral beïnvloed door de alchemie, een onderdeel van het magisch denken. Boyles alchemistische theorieën droegen volgens Henry bij aan het vormgeven van zijn filosofie. Zijn *corpusculaire filosofie* vindt haar bron minder in Descartes dan vaak beweerd wordt, en meer in de

‘Summa Perfectionis’, in de algemene alchemistische traditie en in de chemische filosofie van Joan Baptista van Helmont.

Boyle komt voor Henry ook terug in een ander element van de magische traditie. Magie maakte het denken in (occulte) krachten mogelijk. Dat was in de Aristotelische filosofie ondenkbaar geweest: krachten kun je niet zien, dus die passen absoluut niet in een filosofie gebaseerd op directe ervaring. Zonder krachtwerking echter zou de Wetenschappelijke Revolutie uiteraard ondenkbaar geweest. Net als bij de wiskunde, die ook niet te zien was, moesten de magische claims geloofwaardig gemaakt kunnen worden. Dat werd op twee manieren gedaan: er werd geopperd dat de krachten veroorzaakt werden door iets dat niet waarneembaar maar wel te begrijpen was, en er werd gewezen op de *waarneembare effecten* van een kracht, die wel moesten wijzen op het bestaan ervan. Henry geeft als voorbeeld de veerkracht van de lucht van Boyle: hij hield zich verre van de oorzaak van die veerkracht, en wees enkel op het bestaan ervan dat hij af kon leiden aan de waarneembare effecten. Dit paste ook binnen zijn streven om onenigheden op te lossen en te voorkomen, en zo een natuurfilosofie te creëren waar iedereen zich in kon vinden. Henry verklaart dat vanuit zijn sociale en politieke achtergrond. Waar men op het Continent meer bezig was met een debat over de oorzaken van dingen, zocht men in het politiek rumoerige Engeland eerder naar het compromis.

Het laatste thema waar Boyle voor Henry in terugkomt is de band tussen religie en wetenschap. Omdat de mechanische filosofie, waarin alles verklaard wordt door bewegende deeltjes, atheïsme binnen handbereik bracht, moest deze daartegen verdedigd worden. De verschillende manieren waarop dat gebeurde, en dan vooral het verschil tussen Engeland en het Continent, verklaart Henry uit het verschil tussen de opvattingen over Goddelijke voorzienigheid, tussen voluntarisme en intellectualisme. Voluntaristen benadrukten Gods vrije wil, intellectualisten Gods rede. Voor voluntaristen mag en kan niets Gods vrije wil inperken. Voor hen is het daarom onmogelijk om te accepteren wat ik al eerder noemde, dat iets ‘moet’ gebeuren als de vooronderstellingen juist zijn. Dat zou Gods vrije wil inperken. Voor intellectualisten is het wel mogelijk dat er eeuwige waarheden bestaan waar God zich met zijn rede aan heeft gehouden bij de Schepping, en daarom is het mogelijk de wereld intellectueel te reconstrueren. Voor voluntaristen was dit slechts mogelijk door empirisch onderzoek. Het voluntaristische standpunt was dominant in Engeland, zo ook bij Boyle. Hij was volgens Henry samen met zijn mede-Engelsen gedurende het Interregnum en de Restauratie enorm bezig met het veronderstelde gevaar van het atheïsme. Hij ervoer een enorme noodzaak om de mechanische filosofie tegen het atheïsme te beschermen. Zelfs zo erg, dat hij geld naliet om een collegereeks mogelijk te maken die de ongelovigheid zou bestrijden.

Henry doet door zijn indeling in thema's van de Wetenschappelijke Revolutie in feite het meeste recht aan de uiteenlopende persoon van Boyle. Hij is voor Henry belangrijk binnen de vorming van de experimentele traditie, door zijn alchemie en door zijn werk als geleerde binnen en buiten de London Society. Daarnaast was hij voor Henry van belang bij het geloofwaardig maken van magische claims, door zijn nadruk op waarneembare effecten, zich afzijdig te houden van oorzakelijke verklaringen, en het vaststellen van enkel de *matters of fact*. Daarbij merkt Henry het onderscheid met het Continent op, waar men volgens hem wel aan oorzakelijke verklaringen deed. In dat verschil tussen het Continent en Engeland speelt voor Henry religie een grote rol. Hij rekent in zijn onderscheid tussen

de intellectualisten en voluntaristen Boyle samen met zijn landgenoten tot die tweede categorie. Hierbij is opvallend dat Henry's focus op de 'externe' verklaring eigenlijk niet heel sterk terugkomt.

Boyle in *Science and Technology in World History*

McClellan & Dorn vormen een beetje het buitenbeentje voor deze scriptie. Zij schrijven namelijk in feite helemaal geen boek over de Wetenschappelijke Revolutie, maar over een veel groter onderwerp: het verband tussen technologie en wetenschap gedurende de gehele menselijke geschiedenis over de gehele wereld. Hun stelling is dat, anders dan we nu geneigd zijn te denken, het grootste gedeelte van de geschiedenis technologie de wetenschap inspireerde en mogelijk maakte, en niet andersom. Technologie vormde in de kern ook de aanleiding voor de Wetenschappelijke Revolutie. Daarin was er enkel de *belofte* van door wetenschap geïnspireerde technologie. De daadwerkelijke komst daarvan was pas geruime tijd ná de revolutie. Door hun boekopzet komen de verklaringen McClellan & Dorn voor de Wetenschappelijke Revolutie heel ergens anders te liggen.

De verklaring van McClellan & Dorn is in zekere zin de 'grootste'. Door de Wetenschappelijke Revolutie te benaderen vanuit het gigantische perspectief van 'technologie en wetenschap in de wereldhistorie' plaatsen ze hun verklaring ontzettend in de bij Henry beschreven externe hoek: in hun geval een verklaring vanuit de geologie en maatschappijopbouw. Ze beginnen hun verhaal kort met de prehistorie: hierin was enigszins sprake van technologie (gereedschappen), niet van wetenschap. Wetenschap kwam op in de eerste samenlevingen. Hierbij maken McClellan & Dorn onderscheid tussen twee typen: de hydraulische samenlevingen en, kort gezegd, Griekenland. De hydraulische samenlevingen werden gekenmerkt door een sterke overheid, die noodzakelijk was om de grootschalige technologische projecten die deze samenlevingen voor irrigatie nodig hadden mogelijk te maken. Hun (geïnstitutionaliseerde) wetenschap werd gekenmerkt door een focus op nut: het betrof vooral verslaglegging, kalenders optekenen, politieke administratie, landbouwbeheer, medicijnen, religie, en astrologie.

De oude Grieken introduceerden waar het de hydraulische wetenschap aan ontbrak: abstracties en generalisering. McClellan & Dorn verklaren dat vanuit de Griekse maatschappijopbouw, die anders was dan die van de hydraulische samenlevingen: ze werd gekenmerkt door weinig tot geen overheidsinvloed door het ontbreken van één sterke staat. Die was ook niet nodig: in Griekenland ontbrak de noodzaak voor grootschalige hydraulische werken en daarmee voor een sterke overheid. Daar kwam met Alexander de Grote verandering in. Door zijn veroveringen en de resulterende sterke staten na het weer uiteenvallen van zijn rijk werd de abstracte Griekse natuurfilosofie gecombineerd met overheidsinvloed. Dit leverde vooral in Alexandrië een vruchtbare relatie op.

Voor het doel van McClellan & Dorn is het nog van belang voor ze om op te merken dat als er al een wisselwerking tussen technologie en wetenschap bestond, hij voor de hydraulische samenlevingen als volgt verliep: de ecologie van een gebied maakt technologische hydraulische werken noodzakelijk, waarvoor een sterke staat nodig is. Die staat heeft vervolgens in meer of mindere mate behoefte aan wetenschap, met een sterke focus op nut. Voor het ontstaan van de wetenschap in Griekenland hebben McClellan & Dorn geen verklaring, maar wel duidelijk is dat de technologie in elk geval prima zonder kon. De vraag waarom er geen Wetenschappelijke Revolutie in de Oudheid

plaatsvond, beantwoorden ze als volgt: die was niet nodig. De contemporaine productiemethoden en op slaven gebaseerde economie functioneerden prima.

Waarom vond de Wetenschappelijke Revolutie dan wel in Europa plaats? De ecologie daar, met regen in de lente en zomer, maakte grote hydraulische werken onnodig. Er ontstond daarom ook geen sterke staat, maar technologische ontwikkelingen kwamen er wel. Door hoge bevolkingsdruk ontstonden er voedseltekorten, en om die op te lossen werden er meerdere nieuwe agrarische technieken en technologieën ontwikkeld, die onder de historische noemer ‘agrarische revolutie’ bekend zijn komen te staan. Hierdoor kreeg Europa volgens McClellan & Dorn een grotere bevolking, vond er urbanisering plaats, en steeg de algehele rijkdom. De sterke staten kwamen er vervolgens alsnog, maar niet als gevolg van hydraulische werken: de voortdurende competitie tussen alle kleine Europese machtseenheden zorgde voor een streven naar betere militaire technologieën. Deze werden echter zo duur (gestandaardiseerde staande legers, vloten) dat ze alleen door grote gecentraliseerde staten betaald konden worden. Deze staten instationaliseerden wetenschap vervolgens net als in de hydraulische samenlevingen gedaan was. Er was in Europa echter nog iets anders aan de hand: doordat de ecologie één sterke Europese staat onmogelijk maakte, bleven ook de grote sterke staten in voortdurende competitie verwickeld. Dit leverde samenlevingen op waarin stilstand achteruitgang werd, en iedereen voortdurende voortgedreven werd. Dit vond ook haar weerslag in de wetenschap.

Via deze weg bereiken McClellan & Dorn de Wetenschappelijke Revolutie. Daarbij verliezen ze hun doel van het onderzoeken van het verband tussen technologie en wetenschap een beetje uit het oog; het wordt met name een beschrijving van de ‘standaardonderdelen’ van de Wetenschappelijke Revolutie, die ik hier niet nogmaals ga behandelen aangezien ze gaandeweg al ruimschoots bij de andere auteurs zijn teruggekomen. Uiteindelijk wordt het verhaal alsnog wel enigszins aan het verband tussen wetenschap en technologie opgehangen. Dat gebeurt via de belofte van algemeen nut voor de mensheid die in de Wetenschappelijke Revolutie aan de wetenschap gehangen werd. Daar hebben McClellan & Dorn een aantal verklaringen voor. Ze noemen het Hermetisme, de magie en de alchemie als vroege voorbeelden van het geloof in de beheersing van de natuur. De ideologie zelf schrijven ze met name toe aan Francis Bacon, maar ook Descartes was belangrijk met zijn statement dat kennis ten goede zou moeten komen aan alle mensen. Volgens McClellan & Dorn zag Descartes vooral in de medicinale wetenschap mogelijkheden net als een andere geleerde: Robert Boyle. Hoewel de banden tussen de wetenschap en de medicijnen in de praktijk onbeduidend waren, waren geleerden zoals Boyle “quick to hitch their wagons to the draught horse of medical practice”¹⁰.

Met een zodanige nadruk op het nut van wetenschap zou je volgens McClellan & Dorn de ontwikkeling van door wetenschap geïnspireerde technologie verwachten, maar die bleef uit. Handwerklieden hadden hun vuistregels en die functioneerden prima, zij hadden helemaal geen behoefte aan wetenschappelijke theorie. In de opkomst van wetenschappelijke instrumenten zien ze hun these bevestigd dat de technologie wetenschap beïnvloedde en niet andersom. Het is ook in dat betoog dat Boyle nog een keer terugkomt. Hij vormt binnen de experimentele methode een van de voorbeelden dat de wetenschap technologieafhankelijker werd.

¹⁰ McClellan & Dorn, 246.

Voor een volgende opmerking over Boyle van McClellan & Dorn is niet echt een plek binnen hun betoog aan te wijzen. Ze stellen dat Boyles experimenten met de luchtpomp kunnen worden gebruikt als voorbeeld van het feit dat experimenten niet eenvoudig resulteerden in kennis over de natuur. Alle bestaande luchtpompen lekten en ook de status en sociale omgeving van geleerden speelden een rol bij het formuleren en geaccepteerd krijgen van theorieën.

Boyle komt ook terug in McClellan & Dorns behandeling van Newton. Newtons stelling dat door het bestuderen van de natuur God gevonden kan worden, paste volgens McClellan & Dorn binnen een brede culturele trend en specifiek binnen de belangen van ‘Latitudinarianism’, een politiek en religieus gematigde stroming. Daarmee stond de ‘Newtoniaanse kosmologie’ in het hart van de sociale politieke ideologie in Engeland. ‘The Boyle Lectures’, de colleges die betaald werden met de nalatenschap van Boyle, vormden een ondersteuning van die ideologie. Daarin werd volgens McClellan & Dorn niet alleen religie verdedigd, maar ook het ‘Newtoniaanse wereldbeeld’.

Doordat McClellan & Dorn hun focus op het verband tussen wetenschap en techniek tijdens de bespreking van de Wetenschappelijke Revolutie een beetje uit het oog verliezen, is het kader waarbinnen ze Boyle plaatsen niet veel beter samen te vatten dan ik hierboven al gedaan heb. Van belang is dat Boyle een voorbeeld was van de invloed van technologie op wetenschap, en de, vergeleken met andere auteurs, bijzondere plaatsing van Boyles verdediging van religie als ondersteuning van het ‘Newtoniaanse wereldbeeld’.

Vergelijking en commentaar aan de hand van de brontekst

Nu ik heb laten zien hoe en waarom Boyle bij de auteurs terugkomt, wordt het tijd de brontekst erbij te pakken. Ik zal aan de hand van de brontekst de vier auteurs met elkaar vergelijken en ze becommentariëren, door te laten zien in hoeverre hun visie op (het ideeëncomplex van) Boyle door de brontekst ondersteund wordt. Daarvoor moet ik de brontekst eerst introduceren. Zoals in de inleiding gezegd betreft het hier ‘A free enquiry into the Vulgarly Receiv’d notion of nature’ uit 1686, die ik hierna zal afkorten tot *Notion of nature*. In de inleiding stond tevens het citaat (in Boyles niet te missen karakteristieke stijl) dat volgens mij de hele lading van zijn betoog dekt: een filosofisch onderzoek naar de term natuur, op een zodanige manier uitgevoerd, dat religie er niet door in het geding kwam. Hij deed dat door te onderzoeken hoe de term ‘natuur’ over het algemeen gebruikt werd, waarmee hij met name bedoelde: hoe de volgelingen van Aristoteles het hanteerden. Ik zal dat hierna omschrijven als het ‘algemene natuurbegrip’, een vertaling van *vulgarly receiv’d notion of nature*. Boyle was het duidelijk niet eens met dit algemene natuurbegrip: hij vond dat de term te makkelijk (als een soort *deus ex machina*) gehanteerd werd en ondoordacht door het leven ging. Hij wilde hier iets aan doen, maar niet door zelf een nieuwe definitie te opperen. Boyle stelde expliciet dat hij een ‘enquiry’ (analyse, naspeuring) zou schrijven, en dus alleen opschreef wat hij over het definitiegebruik waarnam, zonder een nieuwe definitie te opperen. Daar is wel iets op af te dingen: hij kon het regelmatig toch niet laten zelf (pogingen tot) definities te geven. Daarnaast impliceerde hij met zijn ‘enquiry’ een soort waardevrij onderzoek te hebben gedaan, maar daar was geen sprake van. Hij betoogde wel degelijks iets: hij wilde een soort middenpositie innemen in het debat tussen de volkomen religieuze verklaring voor verschijnselen in de wereld en de volkomen naturalistische/atheïstische verklaring. Hij deed dat veelal aan de hand van metaforen, die soms lastig weer terug te redeneren zijn naar het punt waar het eigenlijk om ging. Zijn taalgebruik is uitermate wollig; hij heeft een enorme hoeveelheid woorden nodig om zijn punt te maken. Het boek is tevens een bundeling van uiteenlopende essays die hij op verschillende momenten heeft geschreven, wat de interne consistentie niet ten goede komt. Meerdere dezelfde argumenten worden op verschillende plekken betoogd.

Boyle begint met iets dat door alle auteurs beschouwd wordt als tekenend voor de houding van geleerden in de Wetenschappelijke Revolutie: hij stelde nog even expliciet zich niet bij voorbaat te conformeren aan de meerderheid of aan een autoriteit. Dit was voor alle auteurs een van de breuken met de voorafgaande periode die de Wetenschappelijke Revolutie kenmerkten: men beriep zich op eigen autoriteit en niet langer alleen op wat de klassieken zeiden. Een van de exponenten daarvan was het zelfbewust ‘nieuw’ zetten in de titels van de boeken uit deze tijd¹¹. Boyle verwoordde het als volgt: “I expect the Novelty of divers of the Sentiments and Reasonings, propos’d in the following Discourse, will be surprising, and encline Many to look upon the Author as a bold Man[.][...] [I will] not conclude an Opinion to be a *Truth*, merely because great *Numbers* have thought it to be so; nor think an Opinion *Erroneous*, because ‘tis not yet Known to Many, or because it opposes a Tenent embrac’d by Many.”

¹¹ Cohen, 124.

Religie

Om het overzichtelijk te houden zal ik het vergelijken van de auteurs per thema behandelen. Aangezien Boyle het in *Notions of nature* met name te doen is om religie, zal ik met dat thema beginnen. Daarbij wil ik ingaan op vier dingen: het verdedigen van de nieuwe wetenschap tegen de reuk van atheïsme, het belang van het protestantisme, de scheiding tussen intellectualisme en voluntarisme en het Intelligent Design-argument.

Boyle draaide de beschuldiging van atheïsme in feite om: het was juist het aristotelisme dat een gevaar vormde voor religie, en voor het christendom in het bijzonder. Deze stelling was extra vreemd omdat het zoals alle auteurs opmerken juist Aristoteles was die in de middeleeuwen aan het christendom was verbonden. Maar, zo stelde Boyle: in het algemene natuurbegrip (oftewel, dat van Aristoteles) werd er zoveel aan de natuur toegeschreven, dat er weinig overbleef voor God. Hoewel dat volgens Boyle niet onmiddellijk aan het fundament van religie knaagde, bestond het gevaar dat uiteindelijk alles aan de natuur toegeschreven zou worden en God onnodig werd, resulterend in een vraag naar, of zelfs de ontkenning van, Zijn bestaan. Over de Bijbel zei Boyle dat hij niet zeker wist of die ons wel dingen over de wereld om ons heen kon leren, maar wat erin stond onderschreef eerder zijn hypothese dan die van de volgelingen van Aristoteles.

Naast het verdedigen tegen atheïsme is er in *Notions of Nature* iets te vinden over het belang van het protestantisme. Henry stelde dat men door het protestantisme, waarin men de Bijbel anders ging lezen, ook “Gods andere boek”¹², zoals de natuur genoemd werd, anders ging zien. Daar kwam bij dat protestanten volgens Henry intermedia's tussen God en mens niet accepteerden. Dat laatste komt absoluut terug in *Notions of nature*: de weerlegging van de natuur als intermedium tussen God en mens vormt een van de belangrijkste punten uit de tekst. Boyle vond de term ‘natuur’, die voor hem als dat intermedium functioneerde, in het algemene natuurbegrip onnodig. Hij stelde dat filosofen over het algemeen alles terug proberen te voeren op zo min mogelijk principes, dus hij zag niet in waar de ‘natuur’ dan voor nodig was. Alles was door God opgedeeld in een ontelbaar aantal materiedeeltjes en die gedroegen zich volgens de door God oplegde bewegingswetten. Alles werkte daardoor perfect en hield zichzelf in stand, dus waar was Gods ‘plaatsvervanger’ ‘natuur’ dan voor nodig? De fenomenen die we waarnemen kwamen voort uit de constructie en samenstelling van de wereld, niet uit de natuur. Dat de wereld niet vastliep in pure chaos kwam niet door een wijze toezichthouder die alles aanstuurde, zoals men de natuur beschouwde, maar door de wijze en almachtige manier waarop God het universum in elkaar heeft gezet: als een goed werkende machine. De enige uitzondering die op de wetten die bij deze machine horen gemaakt konden worden was wanneer God een wonder deed geschieden. Naast de overbodigheid van het begrip natuur vond Boyle het ook niet vruchtbaar. Zeggen dat dit of dat door ‘de natuur’ gedaan of veroorzaakt wordt, was volgens Boyle slechts erkennen dat je de ware fysieke oorzaak niet kende.

Ook over Henry's scheiding tussen intellectualisme en voluntarisme valt aan de hand van de brontekst iets te zeggen. Boyle vroeg zich af, aangezien hij accepteerde dat onregelmatigheden

¹² Henry, 95.

voorkwamen in de natuur en dat die prima door God veroorzaakt konden zijn, of de wereld zo perfect is als ze had kunnen zijn. Boyle geeft daarop een dubbelzinnig antwoord: omdat God almachtig en alwetend is had hij een betere wereld kunnen scheppen, maar dat betekent niet dat onze wereld niet perfect is: Gods werken *zijn* immers perfect. Hij heeft de wereld geschapen en heeft dat zowel volledig vrij als alwetend gedaan, aan de hand van Goddelijke ideeën. Daarmee voldoet Boyles God aan de omschrijvingen voor het voluntarisme zoals ik ze eerder heb genoemd.

Henry's scheiding tussen voluntarisme en intellectualisme gaat hand in hand met zijn aangebrachte scheiding tussen het Continent en het platteland. Een van de dingen waarbij dat aan bod komt is als Henry de klokmetafoor bespreekt. Hij stelt dat deze vanaf de uitvinding van de mechanische klok aan het einde van de dertiende eeuw in toenemende mate gebruikt werd: God als klokmaker met de samenleving als klok, waarin iedereen zijn plaats heeft. De metafoor gold als ondersteunend voor de absolute monarchie. In de mechanische filosofie werd het gehanteerd als makkelijke metafoor voor de natuur. In Engeland was men daar volgens Henry echter een stuk voorzichtiger mee, de metafoor werd om dezelfde reden afgewezen als waarom hij in Europa populair was: als symbool van absolutisme. *Notions of nature* laat zien dat dat voor Boyle in elk geval niet gold: hij had absoluut geen moeite met de klokmetafoor. Het was zelfs een van zijn favoriete manieren om de hand van God in de natuur te laten zien. Zo gebruikte hij de metafoor bij het weerleggen van de kritiek dat omdat de wereld niet perfect was, het niet Gods Schepping kon zijn. Daarbij haalde hij nog even de rijkelijk versierde en uitgebreide klokken aan waar een vooraanstaande Engelsman als Boyle volgens Henry helemaal niet van had mogen houden.¹³ Als je volgens Boyle een oester met een adelaar of olifant zou vergelijken kon je moeilijk ontkennen dat de oester het minst perfect van de drie was. Ze waren echter wel perfect voor het *doel* dat God met het specifieke schepsel had, of we dat doel nou wel of niet konden kennen. Boyle vergeleek het met een klokkenwinkel: de ene klok gaf misschien alleen de tijd aan, terwijl een andere ook de datum aangaf of zelfs gouden wijzers bevatte. “[T]he Spectator [...] would, indeed, think one of these Watches far more Excellent and Compleat than another; but yet he would conclude each of them to be perfect in its own kind, and the Plain Watch to answer the Artificer's *Idea* and Design in making it, as well as the more Compounded and Elaborate one did.” Dit ondergraaft Henrys toch al wat dubieuze tegenstelling tussen het Continent en Engeland wat betreft de klokmetafoor.

Als laatste noemt Boyle dan nog wat tegenwoordig bekend staat als het Intelligent Design-argument. Alleen Cohen noemt dit specifiek, maar als verdediging van de nieuwe natuurwetenschap tegen de beschuldiging van atheïsme komt het bij alle auteurs terug. Boyle verwoordde het als volgt. Volgens hem waren de bijzondere samenstelling van deze wereld en haar delen, en de ordelijke loop van alle lichamelijke dingen, *matters of fact*, en niet afhankelijk van het wezen ‘natuur’. De natuur als oorzaak van de dingen had Boyle met zijn betoog al uitgesloten, dus dan bleven er twee dingen over: ‘toeval’ en ‘God’. Maar, zo stelde Boyle, een intelligent man kon niet naar de wereld zoals hij was kijken en haar vervolgens toeschrijven aan toeval; een blinde en doelloze oorzaak. Nee, hier moest een wijze en machtige God aan ten grondslag liggen. Alles toeschrijven aan de natuur was volgens Boyle ook erg

¹³ Henry, 107.

moelijk als je stelde dat de natuur uiteindelijk wel ondergeschikt was aan God, want dan moest je God zelf nog verklaren. In Boyles betoog had God Zijn plek al, namelijk als ontwerper.

De experimentele traditie en mechanische filosofie

Er komen nog twee thema's terug in *Notions of nature*: de experimentele traditie en de mechanische filosofie. Dat zijn voor alle auteurs belangrijke onderwerpen, maar met name voor Cohen speelt Boyle er een onderscheidende rol in. Boyle is voor Cohen samen met Hooke de aanjager van de 'vijfde revolutie'. Dat houdt dus in dat in Boyles teksten Cohens omschrijving van de vijfde revolutie terug te vinden zou moeten zijn: het verbinden van het deeltjesdenken als mogelijk vruchtbare hypothese met Cohens derde 'vorm van natuurkennis', de experimentele traditie. Hoewel dat waarschijnlijk nog beter terug te vinden zou zijn in wat wordt gezien als Boyles hoofdwerk 'The Skeptical Chemist', ontbreekt het ook in *Notion of nature* niet. Ondanks dat Boyle zoals eerder gezegd slechts een 'enquiry' stelt te gaan doen, is wat volgens hem in het natuurbegrip in elk geval niet zou mogen ontbreken samen te vatten in één zin: God heeft de aarde geschapen en daarbij algemene bewegingswetten ingesteld waar alle materiedeeltjes zich aan houden. Het is uiteraard niet zo mooi dat Boyle letterlijk de deeltjes-in-bewegingfilosofie combineert met de experimentele traditie, maar dat hij de nieuwe wetenschap wel zo bedrijft (of vindt dat het zo bedreven moet worden) schijnt zeker door in *Notions of nature*. Hij stelde bijvoorbeeld dat met experimenten makkelijk aan te tonen zou zijn dat het algemene natuurbegrip niet overeind bleef op het gebied van beweging. Boyle zei dat hoewel de natuur volgens Aristoteles wilde dat alles zo snel mogelijk zijn natuurlijke plaats innam, veel objecten deze regel niet volgden. Een stuk hout bijvoorbeeld, dat volgens Aristoteles onder de zware objecten viel en dus via de kortste weg naar het middelpunt van de aarde zou moeten willen vallen, steeg wanneer je het onder water hield volgens Boyle juist heel snel op. Daar voegde Boyle aan toe dat een bal die je liet vallen eerst nog enkele keren weer terug stuiterde, terwijl hij volgens het algemene natuurbegrip eigenlijk via de kortste en efficiëntste route op zijn natuurlijke plaats zou moeten willen liggen. Deze fenomenen hebben volgens Boyle een *mechanische* oorzaak, en komen dus niet voort uit de verwezenlijking van een innerlijk doel.

Daar wil ik nog een enkele observatie over Vermij aan toevoegen. Zoals ik eerder heb laten zien beschouwt Vermij de Wetenschappelijke Revolutie met name als een gevolg van Descartes' mechanische filosofie. Dat levert een didactisch verantwoorde heldere lijn in zijn verhaal op, maar het voorkomt ook dat hij een eclecticisch denker als Boyle werkelijk recht kan doen. Vermij selecteert enkel die onderdelen die duidelijk een exponent van de mechanische filosofie kunnen vormen, en laat bijvoorbeeld Boyle als alchemist volledig weg.

Henry noemt over de experimentele traditie de opvallende nadruk van Boyle op 'het enkel vaststellen van feiten', en noemt daarbij zoals in het hoofdstuk over Henry naar voren is gekomen de luchtpompexperimenten als voorbeeld: het zou Boyle er niet om zijn gegaan een keuze te maken tussen het wel of niet bestaan van een vacuüm, maar alleen maar om de verende kracht van de lucht vast te

stellen. Dit zou alles te maken hebben gehad met het vergroten van de geloofwaardigheid van de experimentele traditie, als vervanging voor de vanzelfsprekend ervaringsclaims van Aristoteles. Dat strookt echter in het geheel niet met *Notions of nature*. Boyle gebruikte daar zijn experimenten met de luchtpomp *juist* als bewijs dat het vacuüm wel degelijk bestond, om daarmee het Aristotelische natuurbegrip te ondergraven. Deze experimenten beschreef hij uitgebreider in zijn *Spring of the Air*, maar hij gaf in *Notions of nature* een korte samenvatting. Boyle beschreef dat als je een dun buisje tijdens het glasblazen, wanneer het ontzettend heet is, zo blies dat het volledig afgesloten werd, er bij afkoeling in het dunne buisje een vacuüm ontstond. Boyle zei dat, zoals van Aristoteles' natuur verwacht mocht worden, de natuur het buisje kapot maakte om een vacuüm te voorkomen. Echter, zo stelde Boyle, wanneer je het buisje maar een klein beetje sterker maakte, ging het niet langer kapot en bleef het vacuüm dus bestaan. Ofwel de natuur had dus niet de angst voor het luchtledige die Aristoteles zei dat ze had, ofwel ze was niet bij machte om het buisje te breken, maar in dat geval bleef er weinig over van de aan haar toegeschreven kracht. Boyle verdedigde de experimentele methode hier niet door zich afzijdig van het debat te houden, maar door zich erin te mengen en aan te tonen dat de volgelingen van Aristoteles ongelijk hadden.

We zien in *Notions of nature* wel terug wat Henry als kenmerkend voor de Engelse experimentele traditie beschouwt: Boyle hield zich volkomen afzijdig van de *oorzaak* voor de verkeerkracht. Het lijkt me echter sterk dat die door Henry waargenomen tegenstelling met het vasteland door het politieke rumoer in Engeland kwam. Zoals we bij de legitimiteitscrisis van Cohen hebben kunnen zien, kroop ook het vasteland met de vrede van Westfalen ook door het oog van de naald. Cohen beschrijft hoe men zich ook op het vasteland verre hield van de oorzaken van de dingen uit angst dat ieder debat opnieuw tot in het uiterste gevoerd zou worden. Hij beschrijft hoe Lodewijk XIV zelfs een uitermate bekwaam natuurfilosoof niet tot de Academie toeliet, omdat er van zijn focus op het wezen der dingen maar ophef zou komen.

De afbraak van het aristotelisme

De afbraak van het aristotelisme is zoals we gezien hebben bij alle auteurs een onderwerp, zij het in verschillende gedaantes. Cohen zag het aristotelisme als vorm van natuurkennis die getransformeerd werd, Vermij als wereldbeeld dat afgebroken werd, Henry als een soort achtergrond waartegen de Wetenschappelijke Revolutie zich afspeelde en McClellan & Dorn als een voortvloeiende van de ecologie en staatsindeling van Griekenland. Met de brontekst in de hand is met name Vermij interessant. Hij noemt namelijk als enige de ontwikkeling van de natuur als extern domein, en stelt daarbij dat Aristoteles' natuurbegrip ontzettend afweek van het onze. Dat komt nog het meest in de buurt van wat Boyle in zijn betoog zei te 'onderzoeken' (eigenlijk bestrijden): de natuur als een soort ondergod die alles in de wereld aanstuurt. Daarnaast is Vermij's onderscheid tussen de afbraak- en opbouwphase zoals ik die eerder besproken heb niet zo scherp te trekken. Je zou verwachten dat in 1686 (!), toen *Notions of nature* gepubliceerd werd, een enorme aanval op de scholastiek niet meer nodig was. Dat was echter precies wat Boyle deed. Hij ging een aantal aristotelische stellingen langs en besprak waarom ze niet

houdbaar waren. Een voorbeeld uit *Notions of nature* is zijn aanval op het aristotelische bewegingsidee. De natuur wilde volgens Aristoteles dat alles zo snel mogelijk zijn natuurlijke plaats in zou nemen, maar Boyle stelde dat veel objecten deze regel niet volgden. Een stuk hout bijvoorbeeld, dat volgens Aristoteles onder de zware objecten viel en dus via de kortste weg naar het middelpunt van de aarde zou moeten willen vallen, steeg wanneer je het onder water hield juist heel snel op. Een bal die je liet vallen stuiterde eerst nog enkele keren weer omhoog, terwijl hij volgens het algemene natuurbegrip eigenlijk via de kortste en efficiëntste route op zijn natuurlijke plaats zou moeten willen liggen. Een ander voorbeeld van de aanval op het aristotelisme is Boyles stelling dat Aristoteles' scheiding tussen gewelddadige en natuurlijke beweging niet standhield. Aristoteles zei volgens Boyle dat natuurlijke beweging een principe in zichzelf had en gewelddadige beweging door een externe oorzaak teweeggebracht werd. Dat rijmde volgens Boyle echter niet met Aristoteles' andere stelling: 'alles dat wordt bewogen, wordt bewogen door iets anders'. In dat geval zou alle beweging gewelddadig zijn. Daarnaast kon dan volgens Boyle van alles gezegd worden dat het óók een natuurlijke beweging was omdat het bewegingsprincipe in het object zelf zat: als een object eenmaal in beweging was gezet door wat voor externe oorzaak dan ook, zat de beweging vervolgens *in het ding zelf*. Boyle haalde een pijl en boog aan: als de pijl de boog verlaten had, werd hij voortbewogen door een intern principe en niet meer door de boog, want de pijl zou blijven bewegen ook al werd de boog gebroken. Beweging was volgens Boyle geen intrinsiek onderdeel van objecten, zoals deelbaarheid of ondoordringbaarheid, maar werd veroorzaakt door een externe immateriële actor, door God, of door andere materiedeeltjes die invloed uitoefenden op de objecten. Objecten bewogen, zo stelde Boyle, zonder zich daarvan bewust te zijn in de richting waarin ze door een externe actor gestuurd werden en waarin ze de minste weerstand ondervonden.

Ook de al eerder benoemde experimentele traditie zien we terug bij Boyles ondergraving van Aristoteles. Aristoteles stelde volgens Boyle dat ieder element zijn eigen plek in het universum had, en als een object bestaande uit een bepaald element uit zijn natuurlijke plaats werd weggehaald, zou het sterk de neiging hebben terug te keren naar zijn natuurlijke plek, omdat het daar stopte met graviteren en zich op een plek bevond waar de natuur het zou behoeden. Boyle noemde een aantal redenen en voorbeelden waarom dit onzin moest zijn. Zo waren objecten bijvoorbeeld geen denkende dingen, en konden ze dus niet een bepaalde plek boven een andere prefereren. Dit argument gold ook voor de filosofen die zeiden dat objecten niet naar hun *natuurlijke plek* wilden terugkeren, maar naar waar zich de grootste hoeveelheid van hun eigen element bevond. Als dat waar was, dan hadden afgevijlde korrels goud en zilver naar hun staaf terug moeten keren en dat deden ze niet, stelde Boyle experimenteel vast. Ook luchtbellens vormden een goed voorbeeld: die zouden volgens Aristoteles door water heen opstijgen en op het laatst versnellen, want hoe dichter bij hun natuurlijke plaats ze waren hoe sneller ze bewogen. Dat was echter niet wat ze in Boyles proefopstelling deden: ze vertraagden naarmate ze dichter bij het wateroppervlak kwamen en bleven dan vaak ook nog met een dun waterlaagje eroverheen op het wateroppervlak liggen. Was de natuur, die zo graag wilde dat de luchtbel terugkeerde op zijn natuurlijke plaats, dan niet in staat dat dunne waterlaagje te breken, vroeg Boyle zich retorisch af.

Reflectie op de historische discipline

Deze scriptie heeft een viertal visies laten zien op Robert Boyle binnen de Wetenschappelijke Revolutie. Hoewel er soms veel overeenkomsten zijn, plaatsen de vier auteurs Boyle absoluut op heel verschillende manieren in hun verhaal. Ik zal in deze paragraaf ingaan op wat dat in mijn ogen over de discipline geschiedenis als geheel zegt, en wat dat betekent voor de geschiedschrijving als wetenschap. Bij alle vier de auteurs wordt Boyle uiteindelijk niet heel uitgebreid beschreven. Hij krijgt geen paginalange uitwerking à la Descartes, Galilei of Newton. Dat maakte de behandeling van Boyles inhoudelijke ideeën binnen de vier boeken tot een korte aangelegenheid. Het maakte echter ook dat ik extra hard moest nadenken over dat andere gedeelte van de opdracht: het historische *kader* waarbinnen de auteurs Boyle dan behandelen en waar de plaatsing binnen dat kader vandaan kwam. Daarbij kom je terugredenerend uit op de gebruikte methoden van de auteurs zoals die hierboven behandeld zijn, maar komen ook dieperliggende problemen van de geschiedwetenschap bovendrijven. Het wordt je andermaal (pijnlijk?) duidelijk dat één historisch figuur op totaal verschillende manieren geïnterpreteerd of gebruikt kan worden. Daarbij gebruik ik die woorden ‘interpretatie’ en ‘gebruik’ niet voor niets: een geschiedkundig onderzoek naar een bepaalde periode of persoon is niet waardevrij of beschrijvend, maar vormt een betekenisgevend proces. Een auteur heeft een bepaald doel met zijn betoog, en in het geval van de Wetenschappelijke Revolutie levert dat dan een bepaalde plaatsing van de geleerden binnen een bepaald kader op. Robert Boyle ‘dient’ bij Cohen als aanjager van de vijfde revolutie, bij Vermij als opbouwer van de experimentele traditie *binnen* de mechanische filosofie, bij Henry als voorbeeld binnen zijn thema’s en bij McClellan & Dorn als voorbeeld bij de wisselwerking tussen techniek en wetenschap. De historische figuur Boyle leent zich ook goed voor verschillend gebruik, omdat een gecompliceerd en incoherent opus als het zijne bij uitstek geschikt is om voor verschillende historische doelen te dienen. Daarbij is de vraag ‘is dat alles nou vreemd’ gemakkelijk te beantwoorden: nee, dit is niet vreemd. Het valt immers gemakkelijk te verklaren vanuit zaken als het doel dat de auteur nastreeft met zijn boek, zijn standplaatsgebondenheid, alle praktische overwegingen die bij het schrijven van een boek komen kijken, etc. Rest eigenlijk de vraag: is het erg? Het antwoord op die vraag is een stuk gecompliceerder, maar over het geheel genomen zou ik zeggen dat ook daarop het antwoord ‘nee’ is.

Het huidige ‘wetenschappelijk ideaal’ wordt nog altijd bepaald door een geïdealiseerd beeld van de natuurwetenschappelijke methoden. Ik laat hier in het midden in hoeverre de natuurwetenschappen daar zelf aan kunnen voldoen. Duidelijk is dat voor geschiedenis het ideaal onbereikbaar is: voor ons geen oneindig herhaalbare experimenten. Kennisopbouw is ook niet mogelijk voor geschiedenis: er is nooit iets definitief waar omdat er nooit iets definitief beslist wordt in het doorlopende debat dat de historische discipline is. Ik denk echter dat Henry in zijn boek iets noemt dat misschien wel net zo goed is: steeds verdere contextualisering. Als er steeds auteurs met nieuwe inzichten komen over dezelfde onderwerpen, leveren die een steeds rijkere kijk op het verleden op. In die zin is er misschien toch sprake van kennisopbouw: geen stapeling van waarheden, maar van visies.

We kunnen als historische discipline helaas ook niet leunen op vierhonderd jaar verankering van de natuurwetenschappelijke methoden in de maatschappij, zoals we het bij Vermij hebben kunnen lezen. De methoden van de geschiedschrijving zijn aan voortdurende verandering onderhevig, en altijd onderwerp van debat. Ik denk dat dat de discipline echter ook een voordeel oplevert: iedere historicus is door de voortdurende confrontatie met die grondbeginselen zich ook uitermate bewust van zijn eigen plaats daarin. Het houdt de geest kritisch en het levert ook een flexibiliteit op voor de discipline als geheel. Ik denk dat daar ook een acceptatie van de postmoderne kritiek bij hoort: ja, we werken 'enkel' met interpretaties. Die gedachtegang is echter niet zo desastreus als het scepticisme voor de Griekse Scholen was: in een discipline waarin de werkelijkheid alleen te benaderen is, leren we net zo veel van interpretaties van interpretaties van die werkelijkheid. Of dat de geschiedschrijving minder wetenschappelijk maakt, is maar net afhankelijk van de (altijd betwistbare) definitie daarvan. Maakt het geschiedenis minder nuttig? Ik denk het niet.

Conclusie

Concluderend kunnen we zeggen dat Boyle bij de vier auteurs op vier verschillende manieren terugkomt. Bij Cohen is hij de aanjager van de vijfde revolutie; één van de personen die het hypothetische deeltjesdenken met de experimentele traditie verbond. Daarnaast was hij van belang voor de alchemie, als eerste 'structurele' denker. Dit alles binnen de vergelijkende verklaring van de Wetenschappelijke Revolutie zoals bij de behandeling van Cohen naar voren is gekomen. Voor Vermij was Boyle de persoon die het belang van de luchtpomp als wetenschappelijk instrument inzag, en die meehielp aan het bouwen van een wetenschappelijke methode voor experimenten. Dat alles binnen, en dankzij, de mechanische filosofie van Descartes, en binnen Vermijs kijk op de Wetenschappelijke Revolutie vanuit 'de verandering van het wereldbeeld'. Henry doet door zijn indeling in thema's van de Wetenschappelijke Revolutie in feite het meeste recht aan de uiteenlopende persoon van Boyle. Hij is voor Henry belangrijk binnen de vorming van de experimentele traditie, door zijn alchemie en door zijn werk als geleerde binnen en buiten de London Society. Daarnaast was hij voor Henry van belang bij het geloofwaardig maken van magische claims, door zijn nadruk op waarneembare effecten, door zich afzijdig te houden van oorzakelijke verklaringen, en door het vaststellen van enkel de *matters of fact*. Daarbij merkt Henry het onderscheid met het Continent op, waar men volgens hem wel aan oorzakelijke verklaringen deed. In dat verschil tussen het Continent en Engeland speelt voor Henry religie een grote rol. Hij rekent in zijn onderscheid tussen de intellectualisten en voluntaristen Boyle samen met zijn landgenoten tot die tweede categorie. Hierbij is opvallend dat Henry's focus op de 'externe' verklaring eigenlijk niet heel sterk terugkomt. Boyles plaatsing door McClellan & Dorn is het lastigst, maar van belang is dat Boyle een voorbeeld was van de invloed van technologie op wetenschap. Ook de bijzondere plaatsing van Boyles verdediging van religie als ondersteuning van het 'Newtoniaanse wereldbeeld' is opvallend.

Van al dit bij de auteurs beschrevene is in *Notions of nature* veel terug te vinden. Ik heb me in deze scriptie gefocust op vier thema's: religie, de experimentele traditie, de mechanische filosofie, en de afbraak van het aristotelisme. Boyle verdedigde de nieuwe natuurwetenschap tegen de reuk van atheïsme, waarbij hij paste binnen het voluntarisme en het belang van het protestantisme zoals dat door Henry omschreven is. Bij Henry's onderscheid tussen het Continent en Engeland zijn echter vraagtekens te plaatsen. Hiernaast volgde Boyles betoog precies de Intelligent Design-argumentatie zoals die bij Cohen teruggekomen is. Bij de experimentele traditie en mechanische filosofie heb ik laten zien dat *Notions of nature* Cohens beschrijving van Boyle als aanjager van de vijfde revolutie ondersteunt. Daarnaast heb ik aangestipt dat Vermijs behandeling van alles binnen de mechanische filosofie voor een eclecticisch denker als Boyle problemen oplevert. Ook heb ik laten zien dat er geen sprake van was dat Boyle zich afzijdig zou hebben gehouden van het vacuümdebat zoals Henry stelde, maar dat hij zich wel afzijdig hield van oorzakelijke verklaringen.

Bij de behandeling van de afbraak van het aristotelisme heb ik het problematische van Vermijs afbraakfase laten zien. Daarnaast zien we in *Notions of nature* de experimentele traditie gebruikt worden om Aristoteles te ondergraven.

Zoals ik bij mijn reflectie op de historische discipline heb laten zien zijn de verschillende behandelingen van één historische figuur, Robert Boyle, niet problematisch, maar juist onderdeel van een gezonde en flexibele historische discipline. Ze dragen allen bij aan de door Henry beschreven verrijking van de context.

Bibliografie

Boyle, Robert. *A Free Enquiry into the Vulgarly Receiv'd Notion of Nature (1686)*. Uit: Hunter, Michael en Edward B. Davis (eds.) The Works of Robert Boyle vol. 10. Pickering & Chatto, 2000.

Cohen, Floris. De herschepping van de wereld. Het ontstaan van de moderne natuurwetenschap verklaard. Bert Bakker (Prometheus), 2007.

Henry, John. The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science. Palgrave MacMillan, 1997.

Hunter, Michael (ed). Robert Boyle reconsidered. Cambridge University Press, 1994.

McClellan, James en Harold Dorn. Science and Technology in World History: An Introduction. John Hopkins UP, 1999.

Vermij, Rienk. Kleine geschiedenis van de wetenschap. Nieuwezijds, 2006.