



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Een portret van Robert Hooke, luis in Newtons pels

Wegener, Daan

Citation

Wegener, D. (2016). Een portret van Robert Hooke, luis in Newtons pels. *Leidschrift*, 31(mei: Helden en antihelden. De memory culture over omstreden individuen), 75-92. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3180838>

Version: Publisher's Version
License: [Leiden University Non-exclusive license](#)
Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/3180838>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Een portret van Robert Hooke, luis in Newtons pels

Daan Wegener

Inleiding

Hooke was a difficult man in an age of difficult men.¹

For be a man's intellectual superiority what it will, it can never assume the practical, available supremacy over other men, without the aid of some sort of external arts and entrenchments, always, in themselves, more or less paltry and base.²

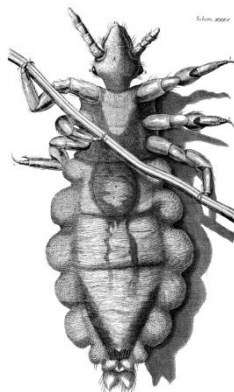
Op middelbare scholen komen leerlingen natuurkunde in aanraking met de zogenaamde 'wet van Hooke'. Deze stelt dat bij een ideale veer de veerkracht evenredig is aan de uitwijking ten opzichte van de evenwichtsstand. Vandaar dat hoe verder je een veer wilt uittrekken of indrukken, hoe meer kracht je moet uitoefenen. Goed mogelijk dat als lezers de naam Robert Hooke (1635-1703) al iets zegt, het uitsluitend hieraan te danken is. Een korte introductie is dus op zijn plaats. Wie was Robert Hooke?³

Hooke was een belangrijk figuur in de zeventiende-eeuwse wetenschap. Deze periode wordt wel gekenmerkt door de opkomst van het mechanische wereldbeeld enerzijds (de gedachte dat het universum een soort uurwerk is) en de groeiende rol van experimenten anderzijds. Hooke wist als geen ander een brug te slaan tussen theorie en praktijk. Als curator van de *Royal Society* was het zijn taak om drie of vier belangrijke experimenten per week te demonstreren. Hij ontwikkelde samen met (of in opdracht van) Robert Boyle (1627-1691) de luchtpomp, waarmee het vacuüm voor het eerst experimenteel gerealiseerd en onderzocht kon worden. Hij was een pionier op het gebied van de microscopie, waarmee hij onzichtbare werelden onthulde. De afbeeldingen van zijn *Micrographia* (1665) zijn iconisch geworden.

¹ R. Westfall, 'Hooke' in: C.C. Gillespie ed., *Dictionary of Scientific Biography* VI (New York, NY 1972) 487.

² H. Melville, *Moby-Dick or, The Whale* (Evanston, IL 1988) 147-148.

³ S. Shapin, 'Who was Robert Hooke?' in: M. Hunter en S. Schaffer ed., *Robert Hooke. New Studies* (Suffolk 1989) pva: 253-286.



Afb. 1: Luis onder microscoop. 'This is a creature so officious, that 'twill be known to every one at one time or other, so busie, and so impudent, that it will be intruding it self in every ones company, and so proud and aspiring withall, that it fears not to trample on the best, and affects nothing so much as a Crown'. R. Hooke, *Micrographia: or some Physiological Descriptions of Minute Bodies made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries Thereupon* (London 1665) 211-212.

Op allerlei gebieden had Hooke briljante inzichten. In de biologie introduceerde hij bijvoorbeeld het woord 'cel' – een direct product van zijn microscopische studies. Hij zag als een van de eersten in dat fossielen overblijfselen waren van levende wezens. Bovendien stelde hij dat sommige van deze soorten reeds uitgestorven waren en gebruikt konden worden in geologisch onderzoek naar de ouderdom van aardlagen. Het geologische landschap van de aarde was volgens hem geleidelijk tot stand gekomen, waaruit volgde dat de aarde veel ouder moest zijn dan 6000 jaar.⁴ Het is verleidelijk om Hooke te moderniseren. Aan Newton schreef hij een brief waarin hij suggereerde dat de beweging van de hemellichamen verklaard kon worden aan de hand van een aantrekkende kracht die omgekeerd evenredig was met het kwadraat van de afstand. Was Hooke de eigenlijke ontdekker van de zwaartekrachtswet? Zelfs als burger blonk hij uit. Samen

⁴ E. T. Drake, 'Hooke's Ideas of the Terraqueous Globe and a Theory of Evolution' in: M. Cooper en M. Hunter ed., *Robert Hooke. Tercentennial Studies* (Cornwall 2006) 148.

met Christopher Wren (1632-1723) en anderen was hij verantwoordelijk voor de wederopbouw van London na de grote brand van 1666.

Hoe is het mogelijk dat ondanks al deze verdiensten Hooke zo onbekend is gebleven? Dat heeft ten dele te maken met zijn bescheiden komaf. In de zeventiende eeuw was wetenschap vooral een activiteit voor mensen die het zich konden veroorloven. Boyle was bijvoorbeeld de zoon van de graaf van Cork. Hoewel de Royal Society niet zonder Hooke kon functioneren, was hij toch een soort ondergeschikte. Maatschappelijke status droeg bovendien bij aan wetenschappelijke geloofwaardigheid. Het resultaat was dat hij niet altijd het krediet kreeg dat hem toekwam. In conflictsituaties – en die kwamen vaak voor – dolf hij meestal het onderspit.

Conflictsituaties waren endemisch in de zeventiende eeuw omdat de wetenschap nog niet geïstitutionaliseerd was. Er waren geen vaste normen voor prioriteit en intellectueel eigendom. Het is juist in deze periode dat de eerste stappen (als je dat zo kunt zeggen) richting institutionalisering werden gezet. De talloze wetenschappelijke controverses waren hier een bijproduct van. Tel Hooke's ambivalente positie binnen de Royal Society hierbij op en je begrijpt dat conflicten haast onvermijdelijk waren. Hij was verwickeld in controverses met onder meer Adrien Auzout (over lensslipmachines), Johannes Hevelius (over het gebruik van telescopen in de astronomie) en Christiaan Huygens (over de uitvinding van het zakhorloge).⁵

De controverses tekenden Hooke als persoon en brachten zijn reputatie zowel tijdens zijn leven als daarna aanzienlijke schade toe. Vooral zijn ruzies met Isaac Newton (1643-1727) pakten desastreus uit. In dit artikel wordt zijn relatie met Newton nader onderzocht. Waardoor raakten de twee in conflict? In hoeverre had Newton zijn gravitatiewet aan Hooke te danken? De pijnlijke episode schijnt waardevol licht op het wetenschappelijk bedrijf. Wie krijgt er krediet? Wie wordt herinnerd en wie wordt vergeten? Wetenschappelijke kwaliteit is hierbij niet de allesbepalende factor.

⁵ Shapin, 'Who was Robert Hooke?'; S. Pumfrey, 'Ideas above his Station. A Social Study of Hooke's Curatorship of Experiments', *History of Science* 29 (1991) 1-44; R. Iliffe, "'In the Warehouse". Privacy, Property and Priority in the Early Royal Society', *History of Science* 30 (1992) 29-68.

En er was licht

In theorie waren controversen op voorhand uitgesloten. De Royal Society stond namelijk een baconiaanse ideologie voor. Centraal daarin staat de gedachte dat de wetenschap zich te lang heeft laten beheersen door grote theoretische systemen (lees: het aristotelisme). Niet theorie maar empirie moet op de eerste plaats komen, geen omvattende systemen maar discrete feiten. Onbevangen als een kind moeten we de natuur tegemoet treden.⁶ Daarbij past een 'bescheiden' houding. Absolute, wiskundige zekerheid is in de wetenschap niet haalbaar. Er is hooguit 'morele' zekerheid over empirische feiten – wie kan een verschijnsel dat door talloze getuigen is waargenomen in twijfel trekken? Over hypothesen, die de verschijnselen verklaren, kan men van men mening verschillen. Hypothesen komen en gaan, feiten blijven.⁷ Hooke plaatste zich in zijn *Micrographia* in deze traditie:

The Truth is, the Science of Nature has been already too long made only a work of the *Brain* and the *Fancy*: It is now high time that it should return to the plainness and soundness of *Observations* on *material* and *obvious* things. [...] If therefore the Reader expects from me any infallible Deductions, or certainty of *Axioms*, I am to say for my self, that those stronger Works of Wit and Imagination are above my weak Abilities; or if they had not been so, I would not have made use of them in this present Subject before me.⁸

Hooke's *Micrographia* bevat veel meer dan alleen mooie plaatjes. De diversiteit aan aangesneden onderwerpen (en de afwezigheid van een systeem) is kenmerkend voor het baconianisme in het algemeen en Hooke in het bijzonder. Hij introduceerde nieuwe optische verschijnselen en gaf

⁶ F. Bacon, *New Organon* (1620) aforisme LXVIII, in: J. Spedding, R.L. Ellis en D.D. Heath ed., *The Works of Francis Bacon* 8 (Boston, MA 1863) pva: 99. Vergelijk het beroemde: 'I don't know what I may seem to the world, but, as to myself, I seem to have been only like a boy playing on the sea shore, and diverting myself in now and then finding a smoother pebble or a prettier shell than ordinary, whilst the great ocean of truth lay before me.' Newton geïteerd in: D. Gijtsen, *The Newton Handbook* (London 1986) 231.

⁷ S. Shapin en S. Schaffer, *Leviathan and the Air-Pump. Hobbes, Boyle, and the Experimental Life* (Princeton, NJ 1985) 22-24.

⁸ Hooke, *Micrographia*, preface. Originele cursivering. We komen in de conclusie op deze passage terug.

een eigen mechanistische verklaring van licht en kleur. *Micrographia* vestigde in één klap Hooke's naam als autoriteit op het gebied van lenzen en optica.

Onder de vele nieuwe verschijnselen die hij beschrijft, bevindt zich ook het periodieke kleurenpatroon dat ontstaat rondom dunne transparante oppervlakken. Dit verschijnsel staat bekend als Newtons ringen. Dankzij precisieingen en mathematisch inzicht vond Newton de wiskundige regelmaat achter het kleurenpatroon. Het wordt tegenwoordig verklaard met behulp van interferentie, een begrip uit de golftheorie van het licht.⁹ Dit ene voorbeeld is kenmerkend voor een historisch patroon: Hooke introduceerde een nieuw idee of verschijnsel, Newton gaf de exacte berekening en weer later volgt de dieper gelegen verklaring. Wie uiteindelijk het krediet heeft gekregen is duidelijk.¹⁰

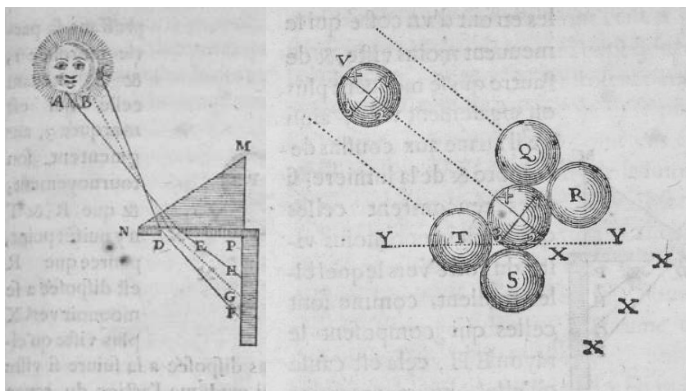
Hooke gaf ook een eigen mechanistische verklaring van licht en kleur. Mechanistische verklaringen hadden in de tweede helft van de zeventiende eeuw een grote opmars gemaakt. Deze trend is toe te schrijven aan René Descartes, die (in tegenstelling tot Aristoteles) stelde dat alle natuurlijke verschijnselen uitsluitend begrepen moesten worden in termen van materie/uitgebreidheid en beweging.¹¹ Kleuren bestaan alleen in onze menselijke waarneming. Ze zijn geen objectieve eigenschap van de natuur (waarvan materie en beweging immers de enige kenmerken zijn). Licht kwam volgens hem overeen met een soort drukverschijnsel of een neiging tot beweging. Kleur verklaarde hij in termen van de rotatiesnelheid van

⁹ Voor Newtons verklaring van de ringen, zie: R. Westfall, 'Isaac Newton's Coloured Circles twist Two Contiguous Glasses', *Archive for History of Exact Sciences* 2 (1965) 181-196, m.n. n. 5. Met zijn kleurentheorie kon Newton ook rekenschap geven van het geleidelijk verdwijnen van het patroon. De opeenvolgende spectra gaan in elkaar overlopen wat resulteert in wit licht. R. Westfall, *Never at Rest. A Biography of Isaac Newton* (Cambridge 1983) 218. Newtons ringen gaven overigens geen aanleiding tot controverse. Hij besprak ze niet in zijn brief aan Oldenburg uit 1872.

¹⁰ Thomas Kuhn wees erop dat er geen tijdloze criteria zijn die eenduidig bepalen wanneer een ontdekking aan iemand kan worden toegeschreven. Ook is het niet duidelijk wanneer twee inzichten/uitvindingen 'hetzelfde' zijn. T. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions. Third edition* (Chicago, IL 1996) 52-56 en T. Kuhn, *The Essential Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change* (Chicago, IL 1977) 71, 166. Daarmee maakte hij de weg vrij voor de historische studie van prioriteitsstrijd.

¹¹ Descartes definieerde materie en uitgebreidheid in termen van elkaar. Lege ruimte (uitgebreidheid zonder materie) was dus per definitie onmogelijk.

lichtdeeltjes: rood correspondeert met een snelle rotatie, blauw met een langzame.



Afb. 2: Descartes' prisma-experiment. Het prisma was in de loop van de zeventiende eeuw van kinderspeeltje getransformeerd in een wetenschappelijk instrument. Rechts Descartes voorstelling van microscopische lichtdeeltjes waarvan de rotatie correspondeerde met onze ervaring van kleur. R. Descartes, *Discours de la Méthode* (Leiden 1637) Les Météores 257-258.

Descartes, minder bescheiden dan de baconianen, meende dat er geen andere verklaringen mogelijk waren. In de praktijk waren er evenveel mechanische theorieën van licht als mechanische filosofen (zoals ze zichzelf noemden). Het was een kwestie van inventiviteit. Hooke's hypothese kwam erop neer dat licht een bepaalde puls of trilling was in een medium, zoals een trillende snaar of een golf op het water. Daarmee kan hij net als Christiaan Huygens als een zeventiende-eeuwse vertegenwoordiger van de golftheorie van het licht worden gezien. Over kleur zei Hooke:

That Blue is an impression on the Retina of an oblique and confus'd pulse of light, whose weakest part precedes, and whose strongest follows. And, that Red is an impression on the Retina of an oblique and confus'd pulse of light, whose strongest part precedes, and whose weakest follows.¹²

¹² Hooke, *Micrographia*, 64. Originele cursivering weggelaten.

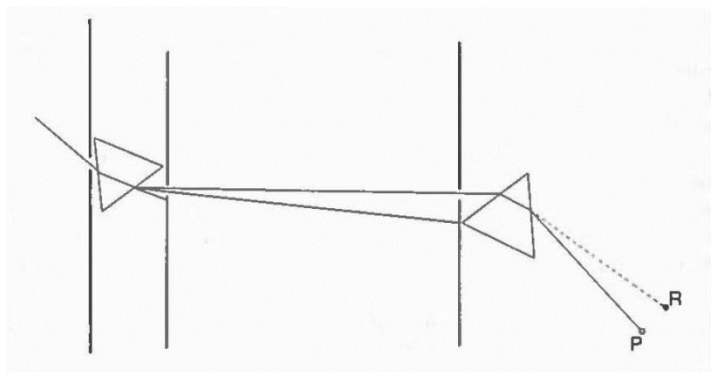
Het model is duidelijk mechanisch. Zoals ‘impression on the Retina’ al aangeeft, bestaan kleuren alleen in de menselijke waarneming. In werkelijkheid is kleur volgens Hooke een puls of trilling met een sterker en een zwakker deel. Afhankelijk van de volgorde van deze delen zal, bij contact met het netvlies, de sensatie van ‘rood’ of ‘blauw’ ontstaan. Daarnaast zijn twee kenmerken van belang. Ten eerste is het model tamelijk speculatief. Het volgt niet uit de verschijnselen, maar kan gebruikt worden om verschijnselen te verklaren. Ten tweede gaat Hooke er net als al zijn tijdgenoten vanuit dat wit licht de norm is en dat kleuren pas ontstaan bij een verstoring van het licht, bijvoorbeeld wanneer wit licht onder een hoek op een prisma valt of uit een prisma treedt.

Newton was in 1665 nog volstrekt onbekend. Hij trad in de openbaarheid toen hij een reflecterende telescoop stuurde aan de Royal Society. Waar alle eerdere telescopen gebruik maakten van breking door middel van lenzen, deed bij Newtons uitvinding een spiegel al het werk. De gift stelde ook Newtons prioriteit veilig. Zoals Henry Oldenburg (1616-1677), secretaris van de Royal Society, aan hem schreef: ‘it being too frequent, ye new Inventions and contrivances are snatched away from their true Authors by pretending bystanders’.¹³ Oldenburg verwees hier op de eerste plaats naar buitenlandse concurrenten, maar ook lokaal was intellectueel eigendom in de zeventiende eeuw een terugkerend probleem. Kort daarop stuurde Newton een brief waarin hij zijn nieuwe theorie (hij noemde het geen hypothese) over licht uiteenzette. De theorie vormt nog steeds onderdeel van het natuurkundecurriculum op de middelbare school. Een korte herhaling: wit licht is samengesteld uit alle kleuren. Elk van deze kleuren heeft een eigen brekingsindex. Wanneer een lichtstraal onder een hoek door een prisma gaat, dan worden de verschillende kleuren verschillend gebroken (zie afbeelding 3, ‘lees’ v.l.n.r.). Zo ontstaat een spectrum. Wanneer één van de kleuren uit het spectrum wordt geïsoleerd (bijvoorbeeld door een gaatje in een scherm te prikken) en deze primaire lichtstraal door een tweede prisma gaat, zal de kleur behouden blijven.

Het inzicht dat verschillende kleuren anders breken vormde de theoretische achtergrond van Newtons constructie van de reflecterende telescoop. Het liet zien dat ‘chromatische aberratie’ onvermijdelijk is als je met lenzen werkt, hoe goed je zo ook slijpt. Omdat voor dezelfde lens de brandpuntsafstand voor verschillende kleuren ongelijk is, is het beeld strikt

¹³ Oldenburg aan Newton 2 januari 1672 in: H.W. Turnbull ed., *The Correspondence of Isaac Newton. Vol. 1 1661-1675* (Cambridge 1959) 73.

gesproken slechts voor één kleur tegelijkertijd scherp. Bij een spiegel treedt dit verschijnsel niet op. Newton impliceerde dat er weinig verbetering viel te verwachten van telescopen die met lenzen werkten.



Afb. 3: Newtons 'experimentum crucis'. Westfall, *Never at Rest*, 214.

De verschillen met Hooke (en anderen) zijn opvallend. Waar Hooke zei dat wit licht éénvoudig is, is het bij Newton samengesteld. Waar Hooke zei dat kleur een modificatie was van de norm, is het bij Newton elementair en onveranderlijk. Anders dan Hooke, begint Newton niet met een ingenieus (je zou kunnen zeggen: gekunsteld) mechanisch model. Zijn presentatie is meer formeel en daardoor zowel minder intuïtief als minder speculatief. Anders dan Hooke deinsde Newton niet terug voor 'infallible Deductions'. In zijn eigen woorden:

[It] is not an Hypothesis but most rigid consequence, not conjectured by barely inferring 'tis thus because not otherwise or because it satisfies all phaenomena (the Philosophers universall Topick) but evinced by ye mediation of experiments conduding directly & wthout any suspicion of doubt.¹⁴

¹⁴ Newton aan Oldenburg 6 februari 1672 in: Turnbull ed., *Correspondence Vol. 1*, 96-7. Het is kenmerkend voor Newtons methode. In de tweede editie van zijn *Principia* (1713) formuleerde hij het nog krachtiger: 'I do not feign hypotheses. For whatever is not deduced from the phenomena must be called a hypothesis; and hypotheses [...] have no place in experimental philosophy.' I. Newton, *The Principia. Mathematical Principles of Natural Philosophy* (London 1999) 943.

Newton beperkte zich, om geen ‘tedious & confused’ verhaal te vertellen, tot het behandelen van slechts enkele experimenten die zijn theorie illustreerden dan wel bewezen.¹⁵ Één daarvan noemde hij zelfs cruciaal. Deze werkwijze contrasteert met de verkennende en daardoor talrijke experimenten van de meer uitvoerige Hooke.¹⁶ De toon van Newton is eerder zelfverzekerd dan bescheiden. Hij zei open te staan voor kritiek.

Het is moeilijk voor te stellen dat Hooke zich niet persoonlijk aangesproken voelde door Newtons publicatie (de brief verscheen in de door Oldenburg verzorgde *Philosophical Transactions*, het officieuze tijdschrift van de Royal Society). Begaafd experimentator als hij was, slaagde hij erin om Newtons experimenten te repliceren.¹⁷ Dat wil nog niet zeggen dat hij zich ook aansloot bij diens conclusies. In korte tijd stelde hij een uitvoerige kritiek op. De reactie laat duidelijk het conflict zien tussen de twee verschillende manieren van wetenschapsbeoefening of paradigma’s.

Hooke begint met uit te leggen dat hij zich pas na ‘some hundreds of expts’ te hebben uitgevoerd van zijn eigen hypothese had laten overtuigen.¹⁸ In principe zou hij open staan voor één cruciaal experiment, alleen hij ontkende dat Newtons experiment beslissend was. Want, zo stelde Hooke, ‘I cannot only salve all the Phenomena of Light and colours by the Hypothesis, I have formerly printed [...] but by two or three other [as well]’.¹⁹ Hoe stelde Hooke zich dan voor dat wit licht kan ontstaan als je verschillende lichtstralen bij elkaar brengt? Eenvoudig: tel twee trillingen bij elkaar op, waarbij de een zwak is aan het begin en sterk aan het einde en de andere sterk aan het begin en zwak aan het einde en de twee heffen elkaar als het ware op waar ze samenkomen. Dan heb je weer een normale (witte) puls. Newtons hypothese (Hooke noemde het consequent een hypothese) was dus ‘not soe certain as mathematical Demonstrations’ al kon deze

¹⁵ Newton, *The Principia*, 943.

¹⁶ Dit had Hooke gemeen met Robert Boyle. Zie: Shapin en Schaffer, *Leviathan*, 60-65. Opmerkelijk is dat de term ‘experimentum crucis’ zelf weer van Hooke afkomstig is.

¹⁷ Succesvolle replicatie was (en is) niet vanzelfsprekend. S. Schaffer, ‘Glass works. Newton’s Prisms and the Uses of Experiment’ in: D. Gooding, T. Pinch en S. Schaffer ed., *The Uses of Experiment* (Cambridge 1993) 67-104.

¹⁸ Hooke aan Oldenburg 15 februari 1672 in: Turnbull ed., *Correspondence Vol 1*, 110.

¹⁹ *Ibidem*, 113.

rekenschap geven van alle verschijnselen.²⁰ Hooke vond zijn eigen theorie economischer en inzichtelijker. Zo vroeg hij zich af waarom je zou aannemen dat alle kleuren in het witte licht zitten voordat het gebroken wordt. Je zegt toch ook niet dat alle klanken al in de snaar zitten voordat je hem aanslaat?²¹ Waarom zou je bovendien een heel spectrum aan elementaire kleuren aannemen, als je ook uit kunt gaan van twee extremen en de rest slechts als tussenvormen ziet?²² Als laatste betreurde Hooke dat Newton zich zo sceptisch had getoond over verbetering van traditionele telescopen. Had Newton zijn energie hierin gestoken, dan had hij misschien nog meer vooruitgang geboekt dan met zijn spiegeltelescoop...²³

Newton was witheet van woede. Een reactie liet lange tijd op zich wachten. Oldenburg die de bui al voelde hangen, verzocht Newton om zijn critici niet bij naam te noemen.²⁴ Newton schreef daarop aan Oldenburg dat het hem natuurlijk totaal niet om de persoon te doen was, 'being concerned in the matter of those objections without respect to their persons.'²⁵ Toch vond hij het onnodig om Hooke's naam weg te laten want (*non sequitur*) de auteur was toch al herkenbaar aan de aard van zijn bezwaren. Zo geschiedde. 'He virtually composed a refrain on the name Hooke', aldus Newtons biograaf Richard Westfall. 'Successive drafts of various passages progressed through three and four stages, each one more offensive than the last.'²⁶ Ze gedroegen zich als kleine kinderen.

Pijnlijk voor Hooke was dat zijn kritiek op Newton niet verscheen in de *Philosophical Transactions*, maar Newtons reactie op Hooke wel! Voor Hooke was duidelijk dat Oldenburg, die niet alleen als tussenpersoon

²⁰ Turnbull ed., *Correspondence Vol 1*, 113.

²¹ Ibidem, 111.

²² Ibidem, 112-113.

²³ In de praktijk bleven telescopen die met lenzen werkten superieur: A. van Helden, 'The Telescope in the Seventeenth Century', *Isis* 65 (1974) 38-54, m.n. 49: '[the reflecting telescope] was of no importance in the seventeenth century'; H. Nakajima, 'Robert Hooke as an Astronomer: Hooke's Optical Research and Instruments in their Historical Context' in: M. Cooper en M. Hunter ed., *Robert Hooke. Tercentennial Studies* (Cornwall 2006) 49-62, m.n. 60-61.

²⁴ Oldenburg aan Newton 2 mei 1672, in: Turnbull ed., *Correspondence Vol. 1*, 151. Vergelijk Oldenburgs rol in de Auzout-Hooke controverse. L. Jardine, 'Hooke: A Reputation Restored' in: Cooper and Hunter ed., *Robert Hooke*, 247-258.

²⁵ Newton aan Oldenburg 21 mei 1672, in: Turnbull ed., *Correspondence Vol. 1*, 159-160.

²⁶ Westfall, *Never at Rest*, 246.

fungeerde in de correspondentie, maar ook secretaris was van de Royal Society en de *Philosophical Transactions* verzorgde, een kwalijke rol had gespeeld. Voor de buitenwereld zal het de indruk hebben gewekt dat de Royal Society partij koos voor Newton. Het resultaat was in elk geval dat slechts één kant van het verhaal gepubliceerd werd. Het beeld van Hooke werd door Newton bepaald. In de zeventiende eeuw werd al een precedent geschapen voor de latere geschiedschrijving.

Hoogstpersoonlijke, universele wetten

Gegeven zijn negatieve ervaringen met Newton, is het opmerkelijk dat Hooke in 1679 contact zocht met Newton. Dat was vragen om problemen. Door hun eerdere aanvaring impliciet aan anderen toe te schrijven, hoopte hij met een schone lei te beginnen. Oldenburg was in 1677 overleden, waarop Hooke zijn functie als secretaris van de Royal Society had overgenomen. Tussenpersonen konden nu niet langer voor misverstanden zorgen:

I am not ignorant that both heretofore and not long since also there have been some who have endeavoured to misrepresent me to you and possibly they or others have not been wanting to doe the like to me, but Difference in opinion if such there be [...] me thinks should not be the occasion of Enmity – tis not wth me I am sure.²⁷

De correspondentie zou uiteindelijk leiden tot een bittere controverse, waar ook nu nog nauwelijks onpartijdig over geschreven kan worden. Waar het uiteindelijk om ging, was niets minder dan de kroon op de wetenschappelijke revolutie: Newtons formulering van de algemene gravitatiewet. Zoals we zullen zien deed Hooke drie suggesties die mogelijk belangrijk waren voor Newton. De eerste zit besloten in Hooke's verzoek aan Newton:

particularly if you will let me know your thoughts of that [hypothesis of mine] of compounding the celestial motions of the planetts of a

²⁷ Hooke aan Newton 24 november 1679 in: H.W. Turnbull ed., *The Correspondence of Isaac Newton. Vol. 2 1676-1687* (Cambridge 1960) 297.

direct motion by the tangent [rechtlijnige beweging] & an attractive force toward the centrall body?²⁸

Om het inzicht dat in deze vraag besloten ligt (of gelezen kan worden) ten volle te begrijpen moet iets gezegd worden over bewegingsleer en astronomie in de zeventiende eeuw.²⁹ In het traditionele wereldbeeld van Aristoteles (vierde eeuw voor Christus) stond de aarde stil in het middelpunt van het universum. Daaromheen draaiden alle hemellichamen, die ingebed waren in hun eigen bol of sfeer. Omdat deze bollen van nature in perfecte cirkelbanen bewegen is hier geen verdere verklaring voor nodig. Op aarde werkt de natuur heel anders. Daar bewegen onbezielde objecten van nature naar boven (in het geval van vuur) of beneden (in het geval van aarde).

Het werk van astronomen en filosofen als Nicolaas Copernicus (1473-1543), Tycho Brahe (1546-1601), Galileo Galilei (1564-1642), Johannes Kepler (1571-1630) en René Descartes (1596-1650) droeg ertoe bij dat dit wereldbeeld verdween.³⁰ Niet de aarde maar de zon stond in het middelpunt van het universum. Komeetbanen vlogen door het zonnestelsel alsof er geen vaste bollen waren waarin de planeten zouden zijn ingebed. Maar wat houdt ze dan in hun cirkelbaan? Het probleem werd er niet eenvoudiger op toen Kepler liet zien dat planeten bewogen in ellipsen. Uit telescopische waarnemingen bleek dat de aarde niet verschilde van andere hemellichamen, wat het onderscheid tussen een hemelse en een aardse fysica ondermijnde en de zoektocht naar universele bewegingswetten stimuleerde.

In deze zoektocht stond de analyse van eenparige cirkelbeweging centraal. Denk hierbij aan een voorwerp dat je aan een touw rondslingert. De vergelijking zorgde in eerste instantie voor conceptuele problemen die, achteraf gezien, de oplossing in de weg stonden. Het gangbare beeld was namelijk dat hier sprake was van een evenwicht van twee krachten: een kracht naar het middelpunt toe en een kracht van het middelpunt af. Die

²⁸ Turnbull ed., *Correspondence Vol. 2*, 297. Cursief toegevoegd.

²⁹ Het is de vraag of de suggestie voor Hooke 'hetzelfde' betekende als wat Newton er in kon lezen.

³⁰ Brahe was zelf geen copernicaan. Hij had zijn eigen stelsel, waarbij alle planeten rond de zon draaien en de zon rond de aarde. Strikt gesproken staat de aarde dan nog in het midden van het universum. De theorie is een soort mix van het geocentrisme en het heliocentrisme: voor Galileo was het vlees noch vis, voor Jezuiten het beste van twee werelden.

eerste kracht moet je uitoefenen en de laatste kracht zal je voelen wanneer je een voorwerp rondslingert. Eenparige cirkelbeweging was zogezien analoog aan eenparige rechtlijnige beweging. Deze zienswijze werd ook toegepast op de hemellichamen.

Wat Hooke met zijn vraag suggereerde was dat er geen sprake was van evenwicht. Vanuit zijn perspectief is de beweging het resultaat van de combinatie van een rechtlijnige beweging en één naar het centrum gerichte kracht, ook wel middelpuntzoekende kracht genoemd. Zogezien is de beweging niet analoog aan eenparige rechtlijnige beweging, maar analoog aan eenparig versnelde beweging! Dit inzicht staat aan de basis van Newtons baanbrekende *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (Nederlands: *Wiskundige beginselen der Natuurfilosofie*).³¹

De vraag is nu: hoe groot is die aantrekkende kracht? Het leek voor de hand te liggen dat de kracht verkleinde naarmate de afstand (r) groter werd. Maar wat is het exacte verband? Is de zwaartekracht omgekeerd evenredig met r of met r^2 ?³² Hooke dacht het laatste maar beschikte niet over het wiskundige vermogen om het aan te tonen. Hij deelde zijn vermoeden met Newton: 'my supposition is that the Attraction always is in a duplicate proportion to the Distance from the Center'.³³ Ook Newton was hiervan overtuigd. Hooke wist niet dat Newton het $1/r^2$ -verband al had afgeleid in de jaren 1660.³⁴ Newton ging niet op de vraag in. Wel zette het hem aan tot een nieuwe afleiding van de wiskundige relatie.³⁵ In de zomer van 1684 bracht de astronoom Edmond Halley (1656-1742) een bezoek aan Newton en vroeg hem welk pad beschreven zou worden door een planeet waar een kracht op werkt die omgekeerd evenredig is met het kwadraat van de afstand. Newton antwoordde dat dat een ellips moest zijn en begon te

³¹ Zie hiervoor Westfall, *Never at Rest*, 383, 416. In eenparige cirkelbeweging komen de drie wetten van Newton mooi samen. De beweging is het resultaat van rechtlijnige traagheid (eerste wet van Newton) en een centraal gerichte kracht (tweede wet van Newton). De naar buiten gerichte kracht die je voelt tijdens het slingeren werkt niet op het voorwerp zelf, maar is een reactiekracht (derde wet van Newton).

³² In het eerste geval betekent een verdubbeling van de afstand dat de aantrekkingskracht wordt gehalveerd, in het tweede geval blijft bij een verdubbeling van de afstand slechts een kwart van de kracht over.

³³ Hooke aan Newton 6 januari 1680 in: Turnbull ed., *Correspondence Vol. 2*, 309. Vgl. Hooke aan Newton 17 januari 1680 in: *Ibidem*, 313.

³⁴ Westfall, *Never at Rest*, 152.

³⁵ *Ibidem*, 387.

werken aan zijn *Principia*.³⁶ Het definitieve bewijs dat deze kracht volgt uit een ellipsbaan is terug te lezen in *Principia*, Boek 1, paragraaf 3, propositie 11, probleem 6.³⁷ Hij pakte het systematisch aan.

Niet minder belangrijk was tot slot een derde voorstel van Hooke uit 1674:

That all Coelestial Bodies whatsoever, have an attraction or gravitating power towards their own Centers, whereby they attract not only their own parts, and do keep them from flying from them, as we may observe the earth to do, but that they do also attract all other Coelestial Bodies that are within the sphere of their activity.³⁸

De overeenkomst met Newtons uiteindelijke formulering van universele gravitatie is treffend: ‘Gravity exists in all bodies universally and is proportional to the quantity of matter in each.’³⁹ Wat rest is de prioriteitsstrijd. Daarbij lopen menselijke tekortkomingen en fundamentele vragen door elkaar.

Newton schreef verschillende versies van het werk dat in 1687 verscheen onder de naam *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Een eerste versie verwees bijvoorbeeld naar filosofen die planeetbanen in termen van aantrekkende krachten probeerden te verklaren, maar noemde daarbij geen namen. Later noemde hij Hooke en anderen expliciet bij naam. Volgens Westfall kan het niet anders gelezen worden dan ‘a generous acknowledgement of his debt to Hooke.’⁴⁰ Het was in elk geval gul voor Newtons doen.

³⁶ Westfall, *Never at Rest*, 403.

³⁷ Newton, *Principia*, 462-463.

³⁸ Hooke, geciteerd in Westfall, ‘Hooke’, 485-486 en Westfall, *Never at Rest*, 382. Newtons lange weg naar universele gravitatie is een centraal thema in Westfalls klassieke biografie. Het zal geen verbazing wekken dat hij de verschillen met Hooke benadrukt. Michael Nauenberg schrijft universele gravitatie daarentegen wel aan Hooke toe. Daarnaast laat hij duidelijk zien dat Hooke’s wiskundige vaardigheden regelmatig onderschat zijn. M. Nauenberg, ‘Robert Hooke’s Seminal Contribution to Orbital Dynamics’ in: M. Cooper en M. Hunter ed., *Robert Hooke. Tercentennial Studies* (Cornwall 2006) 3-32: 19. Opnieuw is het weer de vraag: wanneer zijn twee ideeën ‘hetzelfde’?

³⁹ Newton, *Principia*, 810.

⁴⁰ Westfall, *Never at Rest*, 444.

Halley, die gedurende de compositie van de *Principia* met Newton correspondeerde en in feite als redacteur en uitgever van het boek functioneerde, liet hem weten dat Hooke had gezegd dat Newton het inzicht dat de zwaartekracht evenredig is met $1/r^2$ van hem had.⁴¹ Vanuit Hooke's perspectief, die niets meer van Newton had gehoord, is de reactie begrijpelijk. Hij verwachtte op zijn minst een eervolle vermelding. Tegelijkertijd is het zo dat Newton het verband al veel eerder had gevonden. Hij vond daarom niet dat hij Hooke enig krediet verschuldigd was.

Dit maakte hij ook duidelijk in zijn reactie op Halley. Mooie boel, schreef Newton, dat iemand die maar wat roept (Hooke) beslag kan leggen op een idee, terwijl wiskundigen (zoals Newton) al het harde werk doen.⁴² Verwijzend naar zijn eerdere conflict schrijft hij:

Philosophy is such an impertinently litigious Lady that a man had as good be engaged in Law suits as have to do with her. I found it so formerly & now I no sooner come near her again but she gives me warning.⁴³

Newton, zelf ook niet de meest sociaalvaardige, speelt vervolgens op de man: 'I believe you would think him a man of strange and unsociable temper'. Had Hooke niet met iedereen ruzie? 'Mr. Hooks letters in several respects abounded too much wth that humour wch Hevelius & others complain of'.⁴⁴ Zo buitte Newton Hooke's eerdere conflicten uit. In plaats van Hooke een eervolle vermelding te geven, schraptte hij hem in opeenvolgende stappen uit zijn werk. 'The very distinguished Hooke' werd 'Hooke'. Later verwijderde hij de hele passage waarin zijn naam was genoemd, alsof ook de omringende tekst door zijn eerdere aanwezigheid was besmet.⁴⁵

Newton zou later door Halley's bemiddeling Hooke toch weer een (kleine) eer bewijzen. Aan de gevolgtrekking dat het $1/r^2$ -verband volgt uit de derde wet van Kepler, voegt hij toe '(as our compatriots Wren, Hooke,

⁴¹ Halley aan Newton 22 mei 1686, in: Turnbull ed., *Correspondence Vol. 2*, 431. Westfall, *Never at Rest*, 446.

⁴² Newton aan Halley 20 juni 1686, in: Turnbull ed., *Correspondence Vol. 2*, 438. Westfall, *Never at Rest*, 448.

⁴³ Ibidem, 437.

⁴⁴ Ibidem, 439.

⁴⁵ Westfall, *Never at Rest*, 449.

and Halley have also found out independently)'.⁴⁶ Zo staat het althans in de gepubliceerde versie. In het manuscript komt Hooke op de laatste plaats. Vermoedelijk heeft de tactvolle Halley, die de *Principia* redigeerde, zijn eigen plaats afgestaan.⁴⁷

Hooke bleef altijd overtuigd van zijn prioriteit. Er is geen reactie bekend op het gepubliceerde werk. Wiskundig was het vermoedelijk te moeilijk voor hem.⁴⁸ Voor wie niet? Newtons meer toegankelijke *Opticks* (1704) verscheen een jaar na Hooke's overlijden. Mogelijk heeft Newton bewust de publicatie uitgesteld. De kans op een reactie werd Hooke daarmee ontnomen en zo had Newton de facto wederom het laatste woord.⁴⁹ Wetenschappelijk succes is ook een kwestie van een lange adem hebben.⁵⁰ In de achttiende eeuw was Newton ongekend populair.

Du gleichst dem Geist, den du Begreifst

And now Hooke is fashionable, of all things!⁵¹

We missen een beeltenis om Hooke bij te herinneren, al weten we zeker dat er ooit een portret van hem moet zijn geweest. Het is gesuggereerd, maar niet bewezen, dat Newton voor de verdwijning verantwoordelijk was.⁵² Zeker is wel dat Newton talloze portretten van zichzelf liet maken: 'obsession does not seem too strong a word', concludeert Westfall.⁵³ Hooke bleef letterlijk onzichtbaar.

Totaal vergeten is Hooke nooit, maar de beeldvorming was hoofdzakelijk negatief. Hooke's ongeluk was dat hij een tijdgenoot en vijand van Newton was. De controverse tussen Hooke en Newton leidde onvermijdelijk tot vergelijkingen die ongunstig uitpakten. Daar is een aantal

⁴⁶ Newton, *Principia*, 452.

⁴⁷ Westfall, *Never at Rest*, 450.

⁴⁸ R.D. Purrington, 'After the Principia: Hooke's Dedining Years, 1687-1703' in: M. Cooper en M. Hunter ed., *Robert Hooke. Tercentennial Studies* (Cornwall 2006) pva: 237. Maar zie Nauenberg, 'Hooke's Seminal Contribution'.

⁴⁹ Westfall, *Never at Rest*, 524.

⁵⁰ Kuhn, *Structure*, 151.

⁵¹ Purrington, 'After the Principia', 233.

⁵² Ibidem, 245 en Drake, 'Hooke's Ideas of the Terraqueous Globe', 148.

⁵³ Westfall, *Never at Rest*, 844-845.

redenen voor aan te wijzen. Ten eerste valt te denken aan wetenschappelijke kwaliteit. Volgens Westfall staat er op Newton überhaupt geen menselijke maat. Wie met hem wordt vergeleken heeft simpelweg pech.⁵⁴ Maar wetenschappelijke kwaliteit is eenduidig noch allesbepalend. Er zijn andere factoren die meespelen. Zo hebben we herhaaldelijk gezien dat Hooke niet het laatste woord kreeg. Het cliché dat geschiedenis wordt geschreven door de winnaars gaat ook hier op en Newtons invloed op de latere wetenschapsbeoefening is ongeëvenaard.⁵⁵ Wie met zijn theorieën is opgegroeid zal vinden dat Newton ‘vanzelfsprekend’ gelijk heeft, of ‘groot gelijk’ zelfs. Hetzelfde geldt voor zijn methode of stijl van wetenschapsbeoefening. In die zin zijn wij allemaal bevooroordeeld.

Dit punt werd ook benadrukt in *Robert Hooke: New Studies* (1989), waarin een poging werd gedaan om Hooke als het ware te bevrijden door hem in zijn eigen termen (in plaats van die van Newton of van ons) te begrijpen.⁵⁶ Deze nieuwe benadering van Hooke is deels aan Thomas Kuhn toe te schrijven, wiens werk bijdroeg aan een toenemende historisering binnen de wetenschapsgeschiedenis. Daarin was geen plaats meer voor (hedendaagse) waardeoordelen. Sindsdien proberen wetenschapshistorici zich in toenemende mate in de antihelden van de geschiedenis te verplaatsen.⁵⁷ Er is eindelijk erkenning voor het belangrijke werk van vergeten of onzichtbare figuren, die geen stem hebben gekregen.

De aanblijvende, groeiende belangstelling voor de antiheld Hooke is dan ook goed te verklaren. In de eenentwintigste eeuw zijn al diverse boeken aan hem gewijd. Zo verscheen in 2004 Lisa Jardine's biografie *The Curious Life of Robert Hooke*.⁵⁸ Er is mogelijk nog een dieper gelegen reden voor de toenemende belangstelling aan te wijzen, die tot nu toe over het

⁵⁴ Westfall, *Never at Rest*, x: ‘with him there is no measure.’ Vgl. Westfall, ‘Hooke’, 487: ‘the comparison with Newton inevitably arises, but such a standard of judgment is unfair to Hooke.’

⁵⁵ Voor een andere variant, zie de titel van de introductie van Lisa Jardine's Hooke-biografie: ‘the winner takes it all’. L. Jardine, *The Curious Life of Robert Hooke. The Man who Measured London* (London 2004).

⁵⁶ M. Hunter en S. Schaffer ed., *Robert Hooke. New Studies* (Suffolk 1989).

⁵⁷ Zie het bijzonder invloedrijke: Shapin en Schaffer, *Leviathan*. In 2005 wonnen ze hiervoor de prestigieuze Erasmusprijs.

⁵⁸ L. Jardine, *The Curious Life of Robert Hooke. The Man who Measured London* (London 2004). Tijdens het schrijven van dit stuk is Lisa Jardine overleden. In *De Volkskrant* verscheen op 26 oktober 2015 een korte necrologie, waarin een kleine opsomming van haar boeken gegeven. Uitgerekend haar studie van Hooke werd niet genoemd.

hoofd is gezien: verwantschap. In de moderne wetenschapsgeschiedenis gaat de aandacht niet langer uit naar grootse ideeën maar naar materiële cultuur en alledaagse praktijken. Net als Hooke richten we ons meer en meer op ‘*material and obvious things*’. Newton is niet meer aan ons besteed.