

Het realisme van Pierre Duhem...

...méér dan motivatie voor natuurkundigen



Hoofdrichtingscriptie van Anne Knape

Scriptiebegeleider: Daan Wegener

Studie: Liberal Arts & Sciences

Hoofdrichting: Geschiedenis en Filosofie van de Wetenschap

Studentnummer: 4027043

Februari 2016



Universiteit Utrecht

Samenvatting	3
Inleiding	4
§1 Welk anti-realisme en realisme?	7
<i>Entiteitenrealisme, conventionalisme en instrumentalisme</i>	
§2 Duhem zelf	11
<i>Logische analyse leidt tot anti-realisme</i>	
<i>Realisme: natuurlijke classificatie</i>	
§3 De middenweg	17
<i>De middenweg tussen anti-realisme en realisme</i>	
§4 Motivational realism	20
<i>Het realisme van Duhem volgens Karen Darling</i>	
§5 Meer dan motivatie	23
<i>Het doel van Darling</i>	
<i>Welk realisme?</i>	
<i>Orde en schoonheid</i>	
<i>Overeenkomst met experiment is geen wonder</i>	
<i>Bon sens</i>	
<i>De geschiedenis van de natuurkunde</i>	
<i>Een ander voorstel: classificatie realisme</i>	
Conclusie	32
Bronnenlijst	33

Samenvatting

In het begin van deze scriptie wordt gestart bij twee schijnbare uitersten: het anti-realisme van Osiander en het realisme van Copernicus. Daarna zullen deze standpunten in de context van Duhems tijd geplaatst worden om uit te vinden welke versie van beiden in overeenstemming zou kunnen zijn met Duhems gedachtegoed. Het blijkt dat een theorie volgens Duhem zowel een kunstmatige representatie van experimentele gegevens is als een afspiegeling van de achterliggende werkelijkheid. Er zijn in Duhems werk dus anti-realistische en realistische aspecten te vinden. Het anti-realisme komt voort uit de logische analyse en het realisme uit de intuïtie van de natuurkundige. Er bestaat onenigheid over waar Duhem zwaarder aan tilt; de logische analyse of de intuïtie. Lugg legt de nadruk op de intuïtie en is van mening dat Duhem deze net zo belangrijk vond als de logische analyse. McMullin wijst ons op het feit dat Duhem wel meer kritiek had op de verklarende uitspraken van sommige realisten. Darling doet vervolgens een beter voorstel en noemt Duhems middenweg tussen anti-realisme en realisme een voorbeeld van *motivational realism* waarbij zij zijn realisme uitsluitend een motiverende rol toeschrijft. Vervolgens zal duidelijk worden dat dit realisme niet geheel aansluit bij Duhems filosofie. Er is namelijk een aantal aspecten in deze filosofie dat het *motivational realism* van Darling veronachtzaamt. Zo zullen we zien dat Darling te weinig aandacht besteedt aan de rol van het *no-miracle argument*, de *bon sens* en de geschiedenis van de natuurkunde. Daarbij vermijdt zij vooral de discussie over wat het nu precies betekent om een succesvol argument voor realisme te hebben. Tot slot zal ik een ander soort realisme voor Duhem voorstellen dat lijkt op een vorm van structurrealisme. Doordat Duhem gelooft in het bestaan van een specifieke structuur, namelijk de classificatie van wetten, kan Duhem een classificatierealist genoemd worden.

Inleiding

Gedurende de lange geschiedenis van de astronomie probeerde men de bewegingen van de hemellichamen te beschrijven zoals zij die waarnamen aan de nachtelijke hemel. Daarbij lieten met name de beweging van de dwaalsterren - de planeten - zich moeilijk vatten. Vaak construeerden astronomen daarom allerlei ingewikkelde hulpcirkels zodat ze deze ingewikkelde bewegingen toch konden berekenen en voorspellen. De meeste astronomen waren van mening dat deze banen veel te complex waren om echt door de planeten afgelegd te worden. Daarom gebruikten zij deze modellen alleen voor het doen van berekeningen en niet voor het doen van uitspraken over de daadwerkelijke bewegingen.¹ In het voorwoord van Nicolaus Copernicus' *De revolutionibus orbium coelestium*² (1543) werd verkondigd dat Copernicus er eenzelfde houding op nahield. Copernicus zou volgens de schrijver van het voorwoord, de Lutheraanse theoloog Andreas Osiander (1498-1552), helemaal niet bedoelen dat de aarde 'echt' om de zon heen draaide; het zou slechts een handige manier van rekenen zijn.³

Uit de rest van de *Revolutionibus* blijkt echter dat Copernicus helemaal niet van mening was dat zijn heliocentrisme alleen een handig werktuig was voor het doen van berekeningen; hij was wel degelijk van mening dat het echt de aarde was die om een stationaire zon heen draaide. Geen enkel ander systeem was er tot dan toe volgens Copernicus in geslaagd om de bewegingen van de hemellichamen op zo een succesvolle manier te beschrijven. Als we namelijk aannamen dat de zon zich echt in het midden van het zonnestelsel bevond dan pasten alle andere bewegingen van de hemellichamen daar harmonieus en elegant bij. "So we find underlying this ordination an admirable symmetry in the Universe, and a clear bond of harmony in the motion and magnitude of the Spheres such as can be discovered in no other wise."⁴ Het lijkt er op dat Copernicus zijn model niet alleen als model maar juist als werkelijkheid beschouwde.

Pierre Duhem

Het filosofisch en historisch onderzoek van de natuurkundige theorie van Franse filosoof, historicus en natuurkundige Pierre Duhem wordt vaak gezien als een ode aan een standpunt zoals dat van Osiander. In Duhems werk is namelijk een groot aantal passages aanwezig waarin Duhem benadrukt dat een natuurkundige theorie alleen maar een handig instrument is om waarnemingen te ordenen en dat zij ons daarbij verder niets over de objectieve wereld kan vertellen. Een voorbeeld van zo een citaat vindt men in *The Aim and Structure of Physical Theory* (1906): "Concerning the very nature of things, or the realities hidden under the phenomena we are studying, a theory

¹ Thomas Kuhn, *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*, 18e dr. Cambridge [etc.]: Harvard University Press, 1995, 45-46, 187.

² Over de Omwentelingen van de Hemelse Sferen

³ Kuhn, *The Copernican Revolution*, 187.

⁴ Ibid, 180.

conceived on the plan we have just drawn teaches us absolutely nothing, and does not claim to teach us anything.”⁵ Vanwege deze anti-realistische insteek is een aantal lezers, bijvoorbeeld Karl Popper (1902-1994), er van overtuigd dat Duhem ook daadwerkelijk een instrumentalist was.⁶ Andere passages duiden er echter op dat Duhems houding juist ook te vergelijken is met die van Copernicus en dat in plaats van alleen een handig instrument voor het doen van berekeningen een theorie dus wel degelijk iets met de werkelijkheid te maken heeft. “Without claiming to explain the realities hiding under the phenomena whose laws we group, we feel that the groupings established by our theory correspond to real affinities among the things themselves.”⁷

Aan de ene kant zou een theorie ons volgens Duhem dus niets leren over “waarheden verborgen onder de fenomenen” maar aan de andere kant kan zij ons toch iets leren over deze “dingen op zich”. Dit lijkt een tegenstrijdigheid in Duhems werk. Was hij nu van mening dat de natuurkundige geen uitspraken moest doen over achterliggende waarheden en maakte dat hem een anti-realist? Of kon de natuurkundige zulke uitspraken juist wel doen en was Duhem een realist? Omdat beide aspecten door Duhem heel nadrukkelijk worden uitgewerkt, moet aangenomen worden dat Duhem een bepaalde middenweg bewandelde tussen deze twee extremen. Filosoof Karen Darling heeft een poging gedaan om uit te stippelen hoe deze weg precies bewandeld werd. Het realisme van Duhem, beargumenteert zij, heeft alleen een motiverende rol. Als een natuurkundige namelijk zijn werk doet is dat alleen maar omdat hij vermoedt dat zijn theorieën iets met de achterliggende werkelijkheid te maken hebben. Verder dan dat gaat Duhems realisme niet zegt Darling. Zodoende meent zij in Duhem een *motivational realist* te herkennen. In deze scriptie zal ik onderzoeken in hoeverre dit realisme aansluit bij Duhems filosofie.

Om dat te doen zal ik mij eerst richten op het commentaar dat Duhem had op de filosofie van een aantal van zijn tijdsgenoten. Daaruit zal blijken dat Duhem wel degelijk met het onderscheid tussen anti-realisme en realisme bezig was onderscheid bezig was. Ook zal vervolgens duidelijk worden op welke manier dit onderscheid gemaakt werd. Het is belangrijk om dat te onderzoeken omdat voor beide begrippen geen eenduidige definities bestaan. Vervolgens zal ik beide Duhems argumenten voor anti-realisme en realisme verder uitwerken waarna ik een eerste schets geef van de manier waarop Duhem zich tussen beiden in kon bewegen. Om deze ‘middenweg’, zoals Ernan McMullin het noemt, aan te scherpen zal ik een aantal van Duhems lezers noemen - McMullin en Adrew Lugg - die waarschijnlijk de verkeerde ‘weg’ in zijn geslagen. Vervolgens bespreek ik het *motivational realism* van Darling dat al meer in de buurt lijkt te komen van een succesvolle classificatie van deze middenweg. Darlings classificatie sluit aan bij bepaalde aspecten van Duhems leven, zoals neergeschreven door Stanley Jaki, maar doet zijn filosofie uiteindelijk ook te kort.

⁵ Pierre Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, vert. Philip P. Wiener, voorw. Louis de Broglie, Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1954, 21.

⁶ Karl Popper, *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*, Londen: Routledge, 1965, 102-103.

⁷ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 26.

Darling slaat bij deze classificatie bijvoorbeeld geen acht op de waarde die Duhem aan de schoonheid van een theorie hechtte, iets wat een typische houding is voor een realist. Ik zal afsluiten met een nieuw voorstel voor een classificatie van Duhems filosofie.

H§1

Welk anti-realisme en realisme?

Entiteitenrealisme, conventionalisme en instrumentalisme

Er bestaat niet één vaste manier waarop het onderscheid tussen anti-realisme gemaakt wordt, in plaats daarvan zijn er verschillende nuances in aan te brengen. Als we het daarom willen hebben over anti-realisme en realisme in Duhems werk moeten we uitzoeken of en in welke mate dit onderscheid van toepassing was.

In *The Aim and Structure* en in *To Save the Phenomena* beschrijft Duhem twee verschillende doelen van de natuurkunde: het verklaren en het representeren.⁸ Hij die een fenomeen wil verklaren wil zijn waarnemingen kunnen uitleggen aan de hand van de achterliggende werkelijkheid. Copernicus nam aan dat het de draaiing van de aarde was die bij ons een waarneming van deze bewegingen teweeg bracht zonder dat hij die draaiing direct waarnam. Op eenzelfde manier veronderstelde René Descartes (1596-1650) dat onze waarneming van licht veroorzaakt wordt door de botsing van lichtdeeltjes op onze ogen waar het onze oogdeeltjes in beweging zet. Het verklaren van fenomenen gaat dus een stapje verder dan de pure waarneming; Copernicus kon de beweging van de aarde net zo min waarnemen als Descartes zijn deeltjes. De theorieën van Copernicus en Descartes, en theorieën van andere grote natuurkundigen die ook op zoek waren naar verklaringen, zijn erg vruchtbaar gebleken. Dit suggereert dat het misschien een goed idee is om ook op zoek te gaan naar verklaringen. Duhem waarschuwt daar echter voor; het kan best zijn dat deze natuurkundigen succes hebben geboekt met hun theorieën, maar daaruit volgt niet noodzakelijk dat dat te danken was aan hun zoektocht naar verklaringen. Met andere woorden; hun theorieën waren misschien succesvol, maar dat betekende niet per se dat hun verklaringen dat ook waren. “Bold explorations which have contributed greatly to the progress of geography are due to adventurers who were looking for the golden land - that is not a sufficient reason for inscribing “El Dorado” on our maps of the globe.”⁹

Dit idee werkt Duhem verder uit. Als wij de theorieën bestuderen van hen die op zoek waren naar verklaringen zien we, zegt hij, dat deze theorieën bestaan uit twee delen; een deel dat de waarnemingen representeert en een deel dat deze waarnemingen verklaart. Aan de hand van het volgende voorbeeld uit *The Aim and Structure* - betreffende één van Descartes' theorieën - wordt dit onderscheid verduidelijkt.

⁸ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 3-4.

⁹ Ibid, 31-32.

Descartes maakte berekeningen die gingen over lichtstralen die door lenzen vielen en was op deze manier in staat om te voorspellen op welke plek een lichtstraal terecht zou komen wanneer deze door een lens van een bepaalde sterke viel. Merk op dat Descartes hier alleen een representatie van zijn waarneming geeft en geen verklaring.

“Descartes has given a theory which *represents* the phenomena of simple refraction (...).

Based on the constant relation between the sine of the angle of incidence and the sine of the angle of refraction, his theory arranges in a very clear order the properties of lenses of diverse shapes and of optical instruments composed of these lenses; it takes account of the phenomena attending vision, and analyzes the laws of the rainbow.”¹⁰

Dit representerende deel gaat dus alleen over de waargenomen eigenschappen van verschijnselen, benadrukt Duhem. Het verklarende deel daarentegen gaat verder dan alleen de waarneming. Descartes probeert namelijk ook de ware aard, in dit geval het deeltjeskarakter, van de lichtverschijnselen te geven. “Descartes has also given an explanation of light effects. Light is only an appearance; the reality is a pressure engendered by the rapid motions of incandescent bodies within a “subtle matter” penetrating all bodies.”¹¹ Deze ‘druk’ die door ‘gloeiende deeltjes’ wordt uitgeoefend kunnen wij helemaal niet zien als we naar de effecten van lichtbreking kijken, maar het is wel een mogelijke uitleg van het verschijnsel. Dit is een voorbeeld van een verklaring.

We zien in het algemeen, zegt Duhem, dat wanneer de natuurkunde vooruitgang boekt het verklarende deel verworpen wordt en dat het representerende deel van een theorie behouden blijft (Descartes’ wetten van de lichtbreking zouden wij bijvoorbeeld nog gewoon aansluiten bij onze waarneming). Daaruit concludeert Duhem dat niet de mechanistische verklaringen maar de representaties verantwoordelijk zijn voor het succes van een theorie. Een natuurkundige theorie moet daarom niet verklaren maar representeren.

In een artikel uit 1908, *The Value of Physical Theory*¹² bespreekt Duhem het boek *La Théorie de la Physique chez les physiciens contemporains* van Abel Rey (1873-1940). Duhem bespreekt de vraag die Rey in dit boek probeert te beantwoorden, namelijk of theorieën alleen dienen voor de ordening of representatie van empirische gegevens of ons juist iets kunnen vertellen over de achterliggende werkelijkheid. In het eerste geval zou een theorie alleen maar praktische waarde hebben omdat zij het mogelijk maakt om onze waarneming te ordenen en de natuur te beïnvloeden.

¹⁰ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 33.

¹¹ Ibid.

¹² *La Valeur de la Théorie Physique. Revue générale des Sciences pures et appliquées*, XIX (Jan. 15, 1908), 7-19. Gepubliceerd in de Appendix van de *The Aim and Structure of Physical Theory*.

In het tweede geval zou de theorie iets toevoegen aan onze empirische kennis, namelijk kennis over de aard van de fenomenen.

“What exactly is the nature of the difference between theoretical physics and empirical knowledge? Is theory merely an artificial construction which makes the truths of empirical knowledge easier to handle, enabling us to make prompter and more advantageous use of it in our acting on the external world, but teaching us nothing concerning this world which is not already taught by us by experiment alone?

Or, on the contrary, does theory teach us something concerning reality which experiment has not taught us and could not possibly teach us, that is, something transcending merely empirical knowledge?”¹³

Duhems tijdgenoten Ernst Mach (1838-1916) en Henri Poincaré (1854-1912) sluiten zich beiden op hun eigen manier aan bij de eerste visie. Mach is van mening dat een theorie een economische organisatie van waarnemingen is, een ‘gecondenseerde representatie’ zoals Duhem dat noemt¹⁴ en dat zij alleen dient om empirische kennis toegankelijker en controleerbaarder te maken. De manier waarop de waarnemingen georganiseerd worden heeft echter niets te maken met echte orde van de natuur.¹⁵ Poincaré is van mening dat een theorie alleen bedoeld is om de waarnemingen te representeren en niets meer. Echter, waarnemingen laten zich vaak door meerdere en soms zelfs tegenstrijdige theorieën representeren. Volgens Poincaré kan de natuurkundige dan gewoon gebruik maken van zulke tegenstrijdige theorieën zolang ze maar overeenkomen met de waarneming en ze niet met elkaar verward worden.¹⁶ Er hoeft en kan niet gekozen worden voor een theorie op basis van diens ‘waarheid’¹⁷ maar alleen op basis van de overeenkomst met de waarneming. De natuurkundige kan zodoende naar gelieven tussen tegenstrijdige theorieën kiezen of ze zelfs allebei gebruiken.¹⁸

Aan de ene kant hebben we dus het realisme van de mechanicisten, wat we voor het gemak entiteitenrealisme zullen noemen, en aan de andere kant hebben we te maken met het conventionalistische standpunt van Mach en het instrumentalisme van Poincaré die elk op hun eigen manier ontkennen dat theoretische kennis ons iets vertelt over de wereld op zichzelf. Deze houding zou ik anti-realistisch willen noemen. Wat Duhems realisme precies inhoudt zal in het vervolg van

¹³ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 326.

¹⁴ Ibid, 39, 53.

¹⁵ Mach in Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 327.

¹⁶ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 101.

¹⁷ Waarheid als: overeenkomst met de wereld zoals zij los van ons bestaat

¹⁸ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 91.

deze scriptie verduidelijkt worden; het is in ieder geval niet hetzelfde als het realisme van de mechanist; Duhem was zeker geen entiteitenrealist.

H§2

Duhem zelf

Logische analyse leidt tot anti-realisme

Een natuurkundige dient, voordat hij aan het werk gaat, op de hoogte te zijn van de precieze werking van zijn instrumenten, zegt Duhem. Hij moet ze uit elkaar halen, elk onderdeelje zorgvuldig bestuderen en de instrumenten onderwerpen aan verschillende testen om de betrouwbaarheid vast te stellen.¹⁹ Net zoals de natuurkundige zijn instrumenten onderwerpt aan zorgvuldige analyse doet Duhem dat in *The Aim and Structure* ook met de natuurkundige theorie. In dit werk onderzoekt Duhem hoe deze theorie in elkaar zit en tot welke conclusies zij mag en kan leiden. “We have analyzed the procedures through which physical theories were constructed and sought to conclude from this analysis the exact meaning and proper scope or range of the propositions formulated by these theories.”²⁰

Uit Duhems logische analyse volgt allereerst dat een natuurkunde theorie ons niets over de aard van de werkelijkheid kan leren. Zoals wij eerder hebben gezien was hij het niet eens met het entiteitenrealisme van Descartes en andere mechanicisten. Het zoeken naar manieren om te representeren is namelijk veel vruchtbaarder dan de zoektocht naar verklaringen. Het enige wat een theorie daarom moet doen, zegt Duhem, is het geven van een succesvolle representatie van experimentele gegevens. “A false theory is not an attempt at an explanation based on assumptions contrary to reality; it is a group of propositions which do not agree with experimental laws. *Agreement with experiment is the sole criterion of truth for a physical theory.*”²¹

Door het feit dat een theorie alleen moet overeenkomen met de waarneming is het mogelijk dat er andere theorieën zijn die ook in staat zijn de ‘fenomenen te redden’, zoals Duhem dat noemt. Wat dat betreft is Duhem het eens met Poincaré wanneer deze zegt dat het een natuurkundige twee tegenstrijdige theorieën best mag gebruiken zolang ze beiden maar overeenkomen met de experimentele gegevens.²² Het aanhangen van dit standpunt betekent dat er bijvoorbeeld niet gekozen zou kunnen worden tussen het heliocentrisme en geocentrisme; deze theorieën zijn immers beiden succesvolle representaties van de waargenomen beweging van de hemellichamen.

¹⁹ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 3.

²⁰ Ibid, 280.

²¹ Ibid, 21.

²² Ibid, 149.

Aan de andere kant kan een natuurkundige zich ook niet alleen maar met de directe waarneming bezig houden. Newton was bijvoorbeeld van mening dat men geen theorieën diende te gebruiken bij het trekken van conclusies uit de waarneming. De waarnemer moest zagezegd onbevooroordeeld waarnemen. Onderzoek volgens de Newtoniaanse methode zoals hier beschreven is volgens Duhem niet mogelijk. De natuurkundige kan namelijk helemaal niet onbevooroordeeld waarnemen, bij het observeren van fenomenen interpreteert hij deze noodzakelijkerwijs ook.

Stel je voor dat je aankomt bij een laboratorium waar een natuurkundige net een proefopstelling klaar heeft gemaakt om mee aan de slag te gaan. In zijn laboratorium zie je een tafel met allerlei objecten; een elektrische batterij, in zijde gewikkeld koperdraad, glazen houders gevuld met kwik, spoelen en een kleine stukje ijzer verbonden aan een spiegel. Je ziet ook dat iemand bezig is om het uiteinde van een metalen stang in kleine gaatjes te duwen waardoor het ijzer gaat trillen en de spiegel die eraan vast zit doet bewegen. Een lichtstraal die door de trillende spiegel weerkaatst wordt valt op een liniaal waar de waarnemer deze beweging nauwkeurig volgt. Dit is waarschijnlijk hoe je een natuurkundig experiment voorstelt.

Wanneer je het experiment bijwoont zie je allerlei objecten en handelingen die de natuurkundige of zijn assistent uitvoert. Wat echter verschilt tussen jou en de natuurkundige is dat hij theoretische kennis heeft. Hij zal je namelijk niet vertellen dat hij door middel van de spiegel het trillen van het stukje ijzer aan het bestuderen is maar in plaats daarvan zal hij zeggen dat hij de elektrische weerstand van de spoel aan het meten is. Waar jij alleen maar batterijen, koperdraad en spiegels ziet, 'ziet' hij ook zoiets als weerstand. Of beter uitgedrukt: hij ziet dat een stukje ijzer gaat trillen en begrijpt dat dit trillen samenhangt met de mate van stroomgeleiding in de spoel. Als je hem vraagt hoe hij weet dat de waargenomen fenomenen zich laten vertalen naar zaken als 'weerstand' zal hij je waarschijnlijk vertellen dat daar een lange uitleg voor nodig is en dat je misschien beter een aantal natuurkundelessen over elektriciteit kan gaan volgen.²³

De natuurkundige is dus niet alleen bezig met het observeren van het experiment zoals de waarnemer dat doet, maar ook met het interpreteren ervan. Het interpreteren, zegt Duhem, gebeurt doordat de directe observatie vervangen wordt door abstracte en symbolische representaties. Welke representaties dat zijn hangt af van de theorieën waarvan de natuurkundige gebruik maakt.²⁴ Het is echter niet zo dat deze vertaling van observatie naar interpretatie een directe vertaling is. Observaties laten zich namelijk niet door maar één interpretatie vangen zoals dat bijvoorbeeld op een zeilschip wel het geval is. Als zeiler op een schip ken je een aantal termen en de objecten waar deze naar verwijzen. Als de schipper aan je vraagt om de val en de fokkenschoot aan te trekken, ga je meteen aan de slag met bepaalde touwen. Deze gebruikte termen komen namelijk direct overeen met hele concrete objecten op het schip zodat het meteen duidelijk is welke objecten er precies aangetrokken moeten worden. Dit is een voorbeeld van technische taal waarbij directe vertalingen

²³ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 145.

²⁴ Ibid, 147.

mogelijk zijn.²⁵ In de natuurkunde werkt deze directe vertaling niet; er is een groot aantal mogelijke manieren om een bepaald gewild resultaat te bereiken. Stel je voor dat de natuurkundige gevraagd wordt om de druk met een aantal atmosferen op te voeren en zodoende de ‘elektromotorische kracht’ van een batterij met een aantal volts te laten toenemen. Dit kan hij op veel verschillende manieren aanpakken en allen het gewenste effect geven.²⁶

Het verschil tussen een technische taal en natuurkundige taal is dat de weg van theoretische term naar concrete observatie (of concreet object) veel ingewikkelder is. Deze weg heeft vier stappen, zegt Duhem.²⁷ Allereerst heeft de natuurkundige (1) tijdens het experimenteren bepaalde eigenschappen gezien. Hij bestudeert bijvoorbeeld een groot aantal lichtbrekingsverschijnselen waarbij hij steeds werkt met andere materialen en hoeken van inval. Daaruit kiest hij een aantal eigenschappen waarvan hij denkt dat ze zelf verder niet uit andere eigenschappen bestaan, dit noemt Duhem de zogenaamde primaire eigenschappen. Aan deze eigenschappen kent de natuurkundige bepaalde wiskundige of geometrische symbolen toe.²⁸ (Bijvoorbeeld de hoek van inval, i , de hoek van breking, r , en de brekingsindex van het materiaal, n .²⁹) Daarbij is het belangrijk om te onthouden dat deze groeperingen en symbolen geen echt bestaande link tussen de eigenschappen representeren. “These mathematical symbols have no connection of an intrinsic nature with the properties they represent; they bear to the latter only the relation of sign to thing signified. Through methods of measurement we can make each state of a physical property correspond to a value of the representative symbol, and vice versa.”³⁰ Vervolgens gaat hij (2) op zoek naar het verband tussen deze eigenschappen en (3) werkt deze verbanden wiskundig uit. In het geval van de lichtbreking kunnen de talloze materialen en hoeken van inval op deze manier allemaal samengevat worden in één formule, namelijk: $\sin(i)/\sin(r)=n$.³¹ Daarmee kan de natuurkundige dus een zeer grote hoeveelheid varianten van lichtbreking vatten in één simpele natuurkundige wet. Het feit dat deze

²⁵ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 148.

²⁶ “He may exert the pressure by pouring mercury into a tube, by raising a reservoir full of liquid, by manipulating a hydraulic press, or by plunging the piston of a screw pump into water. He may measure this pressure with an open-arm manometer, with a closed-arm manometer, or with a metallic manometer. In order to gauge the variation of the electromotive force, he may employ successively all the known types of electrometers, galvanometers, electro-dynamometers, and voltmeters. Each new arrangement of the apparatus will furnish him with new facts to observe, he will be able to employ arrangements of apparatus which the first author of the experiment did not suspect, and see phenomena which this author will never have seen. However, all these diverse manipulations, among which the uninitiated would fail to see any analogy, are not really different experiments; they are only different forms of the same experiment; the facts which have been really produced have been as dissimilar as possible, yet the perception of these facts is expressed by a single proposition: The electromotive force of a certain battery increases by so many volts when the pressure is increased by so many atmospheres.” (A&S 148-9)

²⁷ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 19.

²⁸ Ibid, 132.

²⁹ Voor een uitgebreide beschrijving van hoe een natuurkundige precies kwaliteiten meetbaar maakt en om kan zetten naar getallen, zie *The Aim and Structure of Physical Theory* 107-132.

³⁰ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 20.

³¹ Ibid, 22.

wet dat kan betekent echter niet dat hij iets te maken heeft met de aard van de verschijnselen. “The magnitudes on which his calculations bear are not claimed to be physical realities, and the principles he employs in his deductions are not given as stating real relations among those realities (...).”³² De uiteindelijke succesvolheid van een theorie, die een grote verzameling van wetten is, hangt af van zijn overeenkomst met het experiment. Wanneer (4) een theorie een voorspelling doet over de uitkomst van een experiment en die voorspelling blijkt te kloppen, dan kan gezegd worden dat de theorie succesvol is. Een theorie kan dus gezien worden als een manier om met gigantische hoeveelheden experimentele gegevens om te gaan. Daarom noemt Mach een theorie ook wel een intellectuele economie, een term die Duhem van hem overneemt. Het condenseren van gigantische hoeveelheid concrete waarnemingen (*facts*) in een kleinere hoeveelheid wetten brengt overzicht aan voor de natuurkundige zodat hij om kan gaan met nieuwe waarnemingen die hij dagelijks doet en niet het overzicht verliest.³³

Op dit punt aangekomen hebben we dus te maken met een theorie die de waarnemingen op een zo economisch mogelijke wijze moet representeren. Of manier van organiseren overeen komt met de werkelijke orde kan niet beoordeeld worden, een theorie voegt geen metafysische aan de empirische kennis toe. “Concerning the very nature of things, or the realities hidden under the phenomena we are studying, a theory conceived on the plan we have just drawn teaches us absolutely nothing, and does not claim to teach us anything,” zegt Duhem. Deze conclusie doet vermoeden dat Duhem een anti-realist was.

Realisme: natuurlijke classificatie

In het de *Value of Physical Theory* noemt Duhem twee mogelijke uitkomsten van het onderzoek naar de natuurkundige theorie; óf een theorie is een kunstmatig instrument dat geen kennis toevoegt aan de experimentele gegevens óf een theorie doet dat wel. We hebben gezien dat Duhem het in ieder geval met de eerste optie eens is en dat hij daardoor een anti-realist genoemd kan worden. Als we het bij deze conclusie zouden laten doen we echter geen recht aan Duhems complete werk. Het lijkt er namelijk op dat Duhem het ook eens is met de tweede optie.

Want, vraagt Duhem zich af, wat is het nut van een theorie die alleen de waarneming representeert? In ieder geval zijn natuurkundige wetten van zo een theorie in staat om een groot aantal fenomenen werkbaar en toegankelijk te maken voor de natuurkundige. Een theorie is echter nog meer dan een intellectuele economie, zij geeft daarnaast ook een classificatie van deze wetten. Duhem beschrijft deze classificatie als een soort inhoudsopgave waarin wetten gegroepeerd worden gebaseerd op de veronderstelling dat zij over ‘hetzelfde’ gaan. In het geval van de theorie van de optica wordt de lichtbreking in prisma’s geregeerd door de wetten die ook over de kleuren van de

³² Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 20.

³³ Ibid, 21-23.

regenboog gaan en vallen de kleurverschijnselen die je ziet in zeepbellen onder de wetten die over Newtons ringen (golven optica) gaan. Op het eerste gezicht zou het uiterlijk van deze verschijnselen je misschien doen vermoeden dat ze beiden een uiting van hetzelfde zijn, iets wat Newton ook dacht maar door het constante experimenteren van natuurkundigen is gebleken dat zij toch apart geassocieerd dienden te worden.³⁴

De manier waarop een theorie in staat is orde aan te brengen brengt bij natuurkundige een gevoel van schoonheid teweeg.³⁵ Naast dit gevoel van schoonheid vermoedt de natuurkundige ook dat deze orde wel iets te maken moet hebben met de echte ordening van de buitenwereld.³⁶ Duhem noemt deze orde van de buitenwereld de natuurlijke classificatie en is van mening dat een theorie daar een steeds betere afspiegeling van wordt. In andere woorden: als natuurkundigen na het experimenteren bedenken dat de lichtbreking in een prisma in een andere categorie onderverdeeld dient te worden dan de kleurverschijnselen in een zeepbel, dan zou deze classificatie volgens Duhem waarschijnlijk ook iets te maken hebben met de manier waarop deze verschijnselen in het ‘echt’ geordend zijn.

“The neat way in which each experimental law finds its place in the classification created by the physicist and the brilliant clarity imparted to this group of laws so perfectly ordered persuade us in an overwhelming manner that such a classification is not purely artificial, that such an order does not result from a purely arbitrary grouping imposed on laws by an ingenious organizer. Without being able to explain our conviction, but also without being able to get rid of it, we see in the exact ordering of this system the mark by which a natural classification is recognized.”³⁷

De overtuiging die zo een goed geordend systeem bij de natuurkundige teweeg brengt is het idee dat zijn theorie hem wel iets moet leren over de werkelijke relatie tussen objecten. Dit vermoeden gaat de empirische kennis te boven en komt via een andere weg tot hem, hij kan het niet uitleggen aan de hand van zijn natuurkundige theorieën of wiskundige berekeningen. Hij is er daardoor echter niet minder zeker van.³⁸

³⁴ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 24.

³⁵ Ibid.

³⁶ Pierre Duhem, “Logical Examination of Physical Theory,” *Synthese* 83 (1990), 186.

³⁷ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 26.

³⁸ Ibid, 335.

“Through an analogy the nature of which escapes the grasp of physics, but the existence of which imposes itself on the mind of the physicist as certain, we come to know that this order corresponds better and better to a certain overarching order.”³⁹

Het vermoeden van de natuurkundige kan versterkt worden wanneer een theorie de uitkomst van een experiment voorspelt. Een theorie die daartoe in staat is moet namelijk wel iets te maken hebben met de achterliggende werkelijkheid. Overeenkomst tussen theorie en experiment is volgens Duhem dan ook de belangrijkste test (*highest test*) om te beoordelen of men te maken heeft met een natuurlijke classificatie.⁴⁰

De realistische intuïtie van de natuurkundige is volgens Duhem ook noodzakelijk voor het bestaan van de natuurkundige theorie. Uit zijn zorgvuldige analyse volgt namelijk dat de natuurkunde ons eigenlijk helemaal niets kan vertellen over de buitenwereld; dat zij alleen maar een representatie is van de fenomenen. De natuurkundige is door deze uitkomst vreselijk teleurgesteld omdat hij zijn werk alleen maar blijft doen doordat hij vermoedt dat hij juist wel iets leert over de aard van de natuur, zegt Duhem.⁴¹

³⁹ Duhem, “Logical Examination of Physical Theory,” 186.

⁴⁰ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 28.

⁴¹ Ibid, 334-335.

H§3

De Middenweg

...tussen anti-realisme en realisme

“Thus, physical theory never gives us the explanation of experimental laws; it never reveals realities hiding under the sensible appearances; but the more complete it becomes, the more we apprehend that the logical order in which theory orders experimental laws is the reflection of an ontological order, the more we suspect that the relations it establishes among the data of observation correspond to real relations among things, and the more we feel that theory tends to be a natural classification.”⁴²

Duhem is geen anti-realist en ook geen realist maar lijkt iets van beiden te zijn. Een anti-realistische houding ontstaat wanneer Duhem de natuurkundige theorie onderwerpt aan logische analyse waaruit volgt dat een theorie alleen maar een ordening van experimentele wetten is en daar verder niets aan toevoegt. Aan de andere kant herkennen we een realistische houding; de natuurkundige heeft namelijk het gevoel dat een goed geordende theorie een afspiegeling is van de orde zoals die er echt in de natuur is. Het feit Duhem zowel anti-realist als realist is komt doordat hij zowel de logische analyse als het gevoel van de natuurkundige serieus neemt. De natuurkundige kan zijn intuïtie niet bewijzen door middel van logica maar dat is volgens Duhem geen reden om aan te nemen dat het vertrouwen op deze intuïtie niet geldig is. Om uit te kunnen leggen waarom de natuurkundige na de anti-realistische uitkomst van de logische analyse nog steeds zijn werk blijft doen is het noodzakelijk om aan te nemen dat de natuurkundige theorie richting een natuurlijke classificatie gaat en dus om aan te nemen dat zij ons iets vertelt over een achterliggende werkelijkheid.

“To the extent that physical theory makes progress, it becomes more and more similar to a natural classification which is its ideal end. Physical method is powerless to prove this assertion is warranted, but if it were not, the tendency which directs the development of physics would remain incomprehensible. Thus, in order to find the title to establish its legitimacy, physical theory has to demand it of metaphysics.”⁴³

⁴² Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 26-27.

⁴³ Ibid, 298.

Door naast de logica ook de intuïtie van de natuurkundige te zien als legitieme bron van kennis omzeilt Duhem het veronderstelde onderscheid tussen anti-realisme en realisme.

Er zijn verschillende manieren waarop de weg die Duhem kiest wordt geïnterpreteerd. Een voorbeeld van zo een interpretatie is die van Lugg. Volgens hem is Duhem het net zo min eens met de mechanicisten als met Poincaré en Mach. Daar waar mechanicisten onterecht beroep deden op definitieve verklaringen vergisten positivisten zoals Mach zich wanneer zij zeiden dat wetenschappelijke (logische) rechtvaardiging de enige geldige vorm van rechtvaardiging is.⁴⁴

Veel mensen schrijven volgens Lugg aan Duhem onterecht een soort gematigd positivisme of instrumentalisme (anti-realisme) toe. Volgens Lugg zou Duhem juist een veel sterkere neiging richting het realisme hebben. Natuurkundigen zouden net zo veel op hun intuïtie mogen vertrouwen als op hun logische analyse en daardoor ook compleet gerechtvaardigd zijn in zijn geloof dat zijn theorie hem iets leert over de achterliggende werkelijkheid.⁴⁵ Theorieën over het atomisme zijn dan misschien nog niet succesvol geweest maar zouden dat in de toekomst misschien wel kunnen worden.⁴⁶ Omdat de natuurkundige volgens Duhem zo sterk mag vertrouwen op zijn intuïtie, en omdat deze intuïtie hem vertelt dat theorieën een steeds betere afspiegeling worden van de achterliggende orde, noemt Lugg Duhems filosofie een vorm van *convergent realism*.

McMullin heeft het een en ander op te merken over het artikel van Lugg. Ten eerste wijst hij op het verschil tussen de kritiek van Duhem op Mach en Poincaré en zijn kritiek op de mechanicisten. Op de laatste zou hij veel heviger kritiek gehad hebben (met name op de atomisten van zijn tijd). De kritiek van Duhem op het positivisme zou vergeleken daarbij meer weg hebben van een kleine onenigheid (*family quarrel*).⁴⁷ Ten tweede wijst McMullin ons op de reikwijdte van het onderscheid tussen logische analyse en de intuïtie van de natuurkunde. McMullin zegt dat de intuïtie de natuurkundige alleen ongeveer de goede weg op kan sturen maar nooit definitieve uitspraken mogelijk maken over het bestaan van bijvoorbeeld atomen, iets dat Lugg wel denkt.⁴⁸

Daar wil ik nog aan toevoegen dat Duhem ook expliciet in *The Aim and Structure* zegt dat de theorieën wel richting een natuurlijke classificatie gaan maar dat ze nooit volledig overeen zullen komen, de natuurkunde zal namelijk altijd bezig blijven met het zich aanpassen wanneer er waarnemingen worden gedaan die nog niet in de bestaande theorie passen. Het is volgens Duhem nooit mogelijk te zeggen voor de natuurkundige dat zijn theorie precies hetzelfde is als de

⁴⁴ Andrew Lugg, "Pierre Duhem's Conception of Natural Classification," *Synthese* 83 (1990), 411, 416.

⁴⁵ Ibid, 416.

⁴⁶ Ibid, 412.

⁴⁷ Ernan McMullin, "Comment: Duhem's Middle Way," *Synthese* 83 (1990), 425.

⁴⁸ Ibid, 426.

natuurkundige classificatie. “What physicist would dare to pronounce judgement on this and assert that the present statement is not provisional but final?”⁴⁹

Wat mij betreft komt de visie van McMullin beter overeen met het idee dat Duhem had van de intuïtie van de natuurkundige. Waar Lugg van mening is dat Duhem bijna blindt vertrouwd op deze *reason of the heart* denk ik dat Duhem iets terughoudender en voorzichtiger is in zijn oordeel hierover. Wanneer McMullin aan Duhem een *Natural Ontological Attitude* (NOA) toeschrijft denk ik echter ook dat hij daar mee nog niet precies kan vertellen in welke mate Duhem nou realist was.

Karen Darlings doet een poging om de sterkte van het realisme (en anti-realisme) wel verder te specificeren. In het volgende hoofdstuk bespreek ik daarom haar classificatie van Duhems filosofie.

⁴⁹ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 175-176.

H§4

Motivational realism

Het realisme van Duhem volgens Karen Darling

Darling merkt op dat wanneer Duhem het heeft over de intuïties van de natuurkundige, hij daar twee verschillende (doch nauw samenhangende) intuïties mee bedoelt.⁵⁰ Ten eerste heeft de natuurkundige het gevoel dat zijn theorieën richting een natuurlijk classificatie gaan en ten tweede dat er gestreefd moet worden naar de eenheid van theorie. Deze intuïties zijn, zoals we al eerder zagen, niet door de wetenschap en de logica te rechtvaardigen, maar zijn wel de drijvende factoren voor het doen van natuurkunde.

Hoewel in Duhems filosofie wel een sterke realistische inslag aanwezig is hangt hij volgens Darling geen specifiek realistisch programma aan. Ze wijst ons namelijk op zijn voorzichtige taalgebruik wanneer hij het heeft over realisme en de intuïtie van de natuurkundige en is van mening dat dat erop wijst dat Duhem expres geen sterke claim maakt voor realisme.⁵¹ Vervolgens verwijst ze naar verschillende citaten waarin Duhem vertelt dat de intuïtie niet vanuit de wetenschap onderzocht of expliciet gemaakt kan worden. Omdat de intuïtie buiten de wetenschap en de logica valt kan zij ons niet vertellen welke delen van een theorie precies overeenkomen met de natuurlijke classificatie, zegt Darling. Daaruit concludeert zij dat Duhem geen realistisch programma aanhangt of realistische claims maakt.

“I hope to have shown that these intuitions do not entail a global realist program or even a specific set of beliefs about the way the world is. As I have repeatedly stressed Duhem argues that these intuitions are innate feelings for whose content an account cannot be given. The beliefs they stir up can be neither verified nor falsified. In other words, science and logic are both incapable of establishing their legitimacy. And without such legitimacy, I take it, they are unable to ground any prorealist arguments or provide proof for any specific realism.”⁵²

⁵⁰ Karen Merikangas Darling, “Motivational Realism: The Natural Classification for Pierre Duhem,” *Philosophy of Science* 70 (2002), 1128-1129.

⁵¹ Ibid, 1130.

⁵² Ibid, 1133.

Het enige waar het realisme van Duhem voor dient, zegt Darling, is het motiveren van de natuurkundige. Dit haalt zij uit het volgende citaat uit *The Aim and Structure*:

“The physicist is compelled to recognize that *it would be unreasonable to work for the progress of physical theory if this theory were not the increasingly better defined and more precise reflection of metaphysics; the belief in an order transcending physics is the sole justification (raison d’être) of physical theory.*”⁵³

De motivatie van de natuurkundige om zijn werk te blijven doen kan dus alleen door de realistische intuïties aangestuurd worden. De intuïties spelen op deze manier een motiverende rol. Daarom noemt Darling Duhems wetenschapsfilosofie een voorbeeld van *motivational realism*. Een term die afkomstig is uit het werk van Fine waarin hij het realisme van Einstein bestudeert.⁵⁴ De kenmerken van deze positie zijn:

- 1) Het is een realistische houding
- 2) Het motiveert de natuurkundige om zijn werk te doen
- 3) Het behelst geen speciaal realistisch systeem of geloof over de werkelijkheid.

Op het eerste gezicht lijkt deze vorm van realisme dus goed aan te sluiten bij Duhems houding zoals wij die tot nu toe hebben bestudeerd en ook bij Duhems leven als natuurkundige.

Duhem de natuurkundige

Pierre Maurice Marie Duhem werd geboren op 10 Juni 1861 in Parijs. Op twintigjarige leeftijd was hij al een begenadigd wis- en natuurkundige, hij ontving zijn doctoraat in 1888. Hij blonk uit als docent en bekleedde zodoende de positie van docent in natuurkunde aan de universiteit van Lille en later die van professor in de natuurkunde aan de universiteit van Bordeaux. Op 14 September 1916 overleed Duhem op 55-jarige leeftijd in zijn buitenhuis in Cabrespine.⁵⁵

Al vroeg in zijn carrière raakte Duhem geïnteresseerd in natuurkunde waarbij schei- en natuurkundige Joules Moutier als zijn grote voorbeeld fungeerde. Moutier inspireerde Duhem om te streven naar het bijdragen aan de vooruitgang van natuurkunde.

“[he] was an ingenious theorist; his critical sense, ever alert and extremely perspicacious, distinguished with sure accuracy the weak point of many a system which others accepted without dispute; proof of his inquiring mind is not lacking, and physical chemistry owes one

⁵³ Darling, “Motivational Realism,” 1134, en Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 334-335.

⁵⁴ Darling, “Motivational Realism,” 1134.

⁵⁵ Voorwoord van Louis De Broglie in Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, v-vi.

of its most important laws to him. It was this teacher who planted in us the seed of our admiration for physical theory and the desire to contribute to its progress.”⁵⁶

Toen Duhem later in zijn carrière een positie aangeboden kreeg in Parijs, als professor in filosofie en geschiedenis van de wetenschap, wees hij dit aanbod af met als rede dat hij helemaal geen filosoof of historicus wilde zijn maar een natuurkundige.⁵⁷ Duhems filosofische werk moet dan ook gezien worden als een middel om de natuurkunde vooruit te kunnen helpen, benadrukt Jaki⁵⁸, en niet als een doel op zich. Duhem is niet bekend geworden vanwege zijn werk in de natuurkunde, iets wat hem daarom waarschijnlijk teleurgesteld zou hebben. We kennen hem nu juist vooral vanwege zijn wetenschapsfilosofie en -geschiedenis.

Het feit dat de vooruitgang van de natuurkunde het hoogste doel van voor Duhem brengt met zich mee dat Duhem uit is gegaan van een bepaald standpunt dat binnen de filosofie nog wel eens als problematisch wordt gezien. In eerste instantie gaat Duhem er namelijk van uit dat we mogen vertrouwen op onze waarneming en dat algemene begrippen⁵⁹ zonder verdere uitleg gebruikt kunnen worden. Dit is een standpunt dat binnen de filosofie maar moeilijk te verdedigen is. Maar, zegt Duhem, geen enkele natuurkundige zou twijfelen aan zijn waarneming of aan de begrippen die hij gebruikt. Het enige waar deze geïnteresseerd in is, is het onderzoeken van zijn theorie zoals hij die in zijn dagelijkse werk gebruikt.”⁶⁰ Duhems filosofie is dan ook precies door dat proces tot stand gekomen. Als de natuurkundige realisme nodig heeft om zijn werk te blijven doen zou hij dat realisme dan ook aannemen, de vooruitgang van de natuurkunde is namelijk het belangrijkste voor hem. Duhems filosofie gaat dus niet over fundamentele vragen over ons vertrouwen op onze waarneming maar over hoe de natuurkunde nu precies in de praktijk werkt. Het is een filosofie van de *working physicist* en daar sluit het *motivational realism* van Darling bij aan.

⁵⁶ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 275.

⁵⁷ Pierre Duhem, *To Save the Phenomena: An Essay on the Idea of Physical Theory from Plato to Galileo*. Vert. Edmund Doland en Chaninah Maschler, intro. Stanley L. Jaki. Chicago en Londen: The University of Chicago Press, 1969, x.

⁵⁸ Stanley L. Jaki, *Uneasy Genius: Life and work of Pierre Duhem*, Dordrecht [etc.]: Nijhoff, 1987, 320, 326, 337.

⁵⁹ bijvoorbeeld ‘temperatuur’, ‘dichtheid’ of ‘druk’

⁶⁰ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 3, 315.

H§5

Meer dan motivatie

Het doel van Darling

Het *motivational realism* van Darling lijkt echter niet geheel aan te sluiten op Duhems realisme. Voordat ik laat zien op welke punten het wringt is het echter nodig om het doel dat Darling heeft te verduidelijken. Het is denkbaar dat haar doel afwijkt van het doel van deze scriptie. Darling kan bijvoorbeeld benieuwd zijn naar de geldigheid van Duhems argumenten, terwijl deze scriptie gaat over het realisme zoals Duhem dat bedoeld zou kunnen hebben.

We vinden in Darlings artikel dat zij de anti-realistische en realistische claims in Duhems werk wil onderzoeken zonder conclusies te trekken over de geldigheid ervan. Zij wil daarbij ook geen uitspraken doen over welk van de twee sterker aanwezig is. In plaats daarvan bekijkt ze van beiden wat voor soort claims het zijn.⁶¹ Daarbij komt ze tot de conclusie dat de anti-realistische claim gedreven is door logische analyse en dat het realisme voortkomt uit intuïties. Doordat Duhem zegt dat de intuïtie buiten de wetenschap valt, is Darling van mening dat het realisme van Duhem alleen een motiverende rol kan spelen. Ik wil beargumenteren dat deze conclusie niet volledig is.

Welk realisme?

Het is Darling niet ontgaan dat Duhem kritiek uitte op het de mechanisten van zijn tijd. Wat ook belangrijk is om in te zien is dat mechanisme volgens Duhem niet de enige manier is om iets over de achterliggende werkelijkheid te zeggen. Dit benadrukt hij in de *Value of Physical Theory* wanneer hij Rey's gebruik van de term 'mechanisme' bekritiseert. Rey zou volgens Duhem de link te direct hebben gelegd tussen het zijn van een realist en een mechanist. Het zijn van een realist betekent namelijk niet noodzakelijk het praten over "groepen deeltjes met dimensies die overeenkomen met die van de objecten die we kunnen zien en aanraken" en het "reduceren van alle eigenschappen die we in de natuur waarnemen tot combinaties van vorm en beweging."⁶² Er is volgens Duhem ook een andere manier om kennis aan de experimenten toe voegen en realist te zijn. Dit hebben we kunnen zien in verband met Duhems natuurlijke classificatie.

Welk realisme Darling dan precies bedoelt wanneer ze zegt dat Duhem geen realist is, is niet duidelijk. Ze heeft het alleen over een *global realist program* en een *specific set of beliefs about the*

⁶¹ Darling, "Motivational Realism," 1135.

⁶² Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 318.

way the world is, veel specifiek wordt ze niet. Ten tweede lijkt het ook alsof ze het zijn van een realist noodzakelijk in verband brengt met het hebben van logische argumenten voor realisme. Duhem had dat niet, hij had ‘alleen’ de intuïtie van een natuurkundige. Ik zal echter laten zien dat er een aantal argumenten is voor realisme die niet noodzakelijkerwijs logisch te beargumenteren zijn en dat Duhem precies van dit soort argumenten gebruik maakt.

Orde en schoonheid

Een eerste aspect dat opvalt zijn de verwijzingen van Duhem naar theorieën die ordening aan kunnen brengen in de grote hoeveelheid experimentele gegevens. Zulke succesvolle ordeningen brengen bij de gebruiker een overweldigend gevoel van schoonheid te weeg.

“Order, wherever given reigns, brings beauty with it. Theory not only renders the group of physical laws it represents easier to handle, more convenient, and more useful, but also more beautiful. It is impossible to follow the march of one of the great theories of physics, to see it unroll majestically its regular deductions starting from initial hypotheses, to see its consequences represent a multitude of experimental laws down to the smallest detail, without being charmed by the beauty of such a construction, without feeling keenly that such a creation of the human mind is truly a work of art.”⁶³

Duhem gaat zelfs nog een stapje verder. Deze orde en schoonheid leiden de natuurkundige namelijk ook tot het vermoeden dat zijn theorie ons wel eens een afspiegeling van de echte wereld zou kunnen zijn.⁶⁴

Dit soort verwijzingen naar de schoonheid van theorie zijn kenmerkend voor realisten. Denk bijvoorbeeld terug aan het citaat van Copernicus in de inleiding wat onderdeel is van een langere beschrijving van de rede dat het heliocentrische model wel waar moet zijn. Alles valt in dit model namelijk precies op zijn plaats, zegt Copernicus.

“(…) In the middle of all sits Sun enthroned. In this most beautiful temple could we place this luminary in any better position from which he can illuminate the whole at once? He is rightly called the Lamp, the Mind, the Ruler of the Universe; Hermes Trismegistus names him the Visible God, Sophocles’ Electra calls him the All-seeing. So the Sun sits as upon a royal throne ruling his children the planets which circle around him. The earth has the Moon at her service. As Aristotle says, in his *On [the Generation of] Animals*, the Moon has the closest relationship with the Earth. Meanwhile the Earth conceives by the Sun, and becomes pregnant with an annual rebirth. So we find underlying this ordination an admirable symmetry in the

⁶³ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 24.

⁶⁴ Ibid, 26.

Universe, and a clear bond of harmony in the motion and magnitude of the Spheres such as can be discovered in no other wise (...).”⁶⁵

De verheven symmetrie en de harmonische verhoudingen die Copernicus ziet in het heliocentrisme leiden hem tot de conclusie dat de wereld echt op deze manier in elkaar moet zitten.

Hoewel Duhem waarschijnlijk kritiek zou hebben op deze conclusie (“dit bewijst niet dat het ook niet op een andere manier in elkaar kan zitten”), zouden de symmetrie en harmonie wel kenmerken zijn van een natuurlijke classificatie; dat in ieder geval een deel van de theorie met de werkelijkheid overeen moet komen en ons meer vertelt over de wereld dan alleen maar de waarneming.

James W. McAllister benadrukt dat veel natuurkundigen van de afgelopen eeuw, zoals Heisenberg en Roger Penrose, door het esthetische karakter van de theorieën vermoedden dat deze iets met de werkelijkheid te maken moest hebben. Heisenberg zegt: “If nature leads us to mathematical forms of great simplicity and beauty - by forms I am referring to coherent systems of hypotheses, axioms, etc. [...] we cannot help thinking that they are ‘true’, that they reveal a genuine feature of nature.”⁶⁶ Een extremer standpunt is dat van Dirac die zegt dat schoonheid boven de waarneming gaat en dat dus bij het kiezen tussen een elegante theorie en een die met de waarheid overeen komt gekozen dient te worden voor de eerste.⁶⁷ Zo een standpunt zou Duhem niet aangehangen hebben, de fenomenen moeten volgens ten alle tijden ‘gered’ worden. Zijn standpunt zou meer overeen komen met dat van Heisenberg die in de eenvoud en schoonheid van natuurkundige theorieën een aanwijzing naar de de echte eigenschappen van de wereld ziet.

Overeenkomst met experiment is geen wonder

Een veelgehoord argument voor wetenschappelijk realisme is dat het de enige verklaring is voor het succes van de wetenschap. Succesvolle voorspellingen van een experiment door een theorie zouden wel moeten betekenen dat de theorie ons iets vertelt over de buitenwereld.⁶⁸ Als een theorie alleen maar bestond uit willekeurig bijeengeraapte instrumenten zou het namelijk wel heel toevallig zijn als deze toch in staat was tot voorspellen. Het succes van de theorie zou dan een wonder zijn. Zoals Glenn Joy dat mooi zegt: “If the drawers in which we have organized our things are arbitrarily filled, we would not try to predict where our wife might put something she found on the floor.”⁶⁹ Dit argument wordt daarom ook wel het *no-miracle argument* genoemd.

⁶⁵ Copernicus geciteerd in Kuhn, *The Copernican Revolution*, 180.

⁶⁶ Heisenberg in James W. McAllister, *Beauty & Revolution in Science*, Ithaca en Londen: Cornell University Press, 1996. 90.

⁶⁷ McAllister, *Beauty & Revolution in Science*, 91.

⁶⁸ James Ladyman, *Understanding Philosophy of Science*, Londen en New York: Routledge, 2002, 213.

⁶⁹ Glenn C. Joy, “Instrumentalism: A Duhemian Reply to Popper,” *The Modern Schoolman* 52 (1975), 198.

Het traditionele *no-miracle argument* ziet als volgt uit:⁷⁰

- (1) Natuurkundige theorieën kunnen uitkomsten van experimenten voorspellen
- (2) Het feit dat deze theorieën dat kunnen kan het beste verklaard worden door de hypothese dat wetenschappelijk realisme (bij benadering) waar is.
- (3) Deze verklaring is op zichzelf een voldoende verklaring
- (4) Daarom moeten we geloven dat wetenschappelijk realisme bij benadering waar is.

Ook in de *The Aim and Structure* is dit argument terug te vinden. Het geloof dat de natuurkunde richting een natuurlijke classificatie gaat wordt volgens Duhem versterkt wanneer zij de uitkomst van een experiment voorspelt; als wij de theorie voor ons een ‘profeet laten zijn’.⁷¹ In de overeenkomst tussen de voorspelling en de uitkomst van het experiment zien we duidelijk de kenmerken van de natuurlijke classificatie. Het zou wel een *marvelous feat of chance* (oftewel: een wonder) zijn, zegt Duhem, dat een theorie die alleen maar een kunstmatige representatie is in staat is om succesvolle voorspellingen te doen.

“If the theory is a purely artificial system, if we see in the hypotheses on which it rests statements skillfully worked out so that they represent the experimental laws already known, but if the theory fails to hint at any reflection of the real relations among the invisible realities, we shall think that such a theory will fail to confirm a new law. That, in the space left free among the drawers adjusted for other laws, the hitherto unknown law should find a drawer already made into which it may be fitted exactly would be a marvelous feat of chance.

If, on the contrary, we recognize in the theory a natural classification, if we feel that its principles express profound and real relations among things, we shall not be surprised to see its consequences anticipating experience and stimulating the discovery of new laws; we shall bet fearlessly in its favor.”⁷²

Als we aan de andere kant veronderstellen dat een theorie een natuurlijke classificatie is ‘zullen we niet verbaasd zijn’ en is het dus geen wonder dat een theorie voorspellingen doet.⁷³

Binnen de wetenschap wordt deze manier van redeneren *inference to the best explanation* of abductie genoemd waarbij men een hypothese kiest die ‘het beste’ de waargenomen verschijnselen verklaart. Een voorbeeld: er is een spoor van wolken te zien, ik hoor een straalmotor of de radar

⁷⁰ Jacob Busch, “No New Miracles, Same Old Tricks,” *Theoria* 74 (2008), 103.

⁷¹ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 27.

⁷² Ibid, 28.

⁷³ Aan de hand van dit citaat zou je kunnen zeggen dat het niet Putnam maar Duhem was die het *no miracle* argument voor het eerst gebruikte.

detecteert iets, heel hoog achter de wolken zal er wel een vliegtuig zijn. Of: ik zie paden in een bellenvat, stipjes op het televisiescherm of elektrische verschijnselen, dat wordt het beste verklaard door te veronderstellen dat elektronen bestaan.⁷⁴ Hoewel Duhem waarschijnlijk geen kritiek zou hebben op abductie wanneer we het over alledaagse zaken als vliegtuigen hebben, zou hij dezelfde manier van argumenteren niet goedkeuren wanneer het bijvoorbeeld over atomen zou gaan. Desalniettemin maakt Duhem wel gebruik van abductie wanneer hij het voorspellen van de uitkomsten van experimenten bespreekt. De beste verklaring daarvoor is dat een theorie (deels) een natuurlijke classificatie is

Darling neemt geen genoegen met deze manier van redeneren. Zij stelt dat geslaagde argumenten voor realisme uitsluitend wetenschappelijk of logisch onderbouwd moeten zijn.⁷⁵ Duhems realistische intuïties voldoen daar niet aan en hoewel een succesvolle voorspelling van een theorie deze intuïties versterkt is dit verder volgens Darling geen argument voor realisme.

“Furthermore, he outlines factors that might strengthen our feeling that this is so. We saw one factor above, namely, because we witness physical theory becoming more perfect and complete. Another factor that strengthens our realist feelings is when an experiment confirms the predictions derived from theory. [...] In either case what drives our conviction about a natural classification are feelings neither grounded by argument nor able to ground an argument in support of realism.”⁷⁶

Daarmee verwerpt zij dus ook het *no-miracle argument*. Deze stap heeft Darling naar mijn mening echter te snel gezet. Zij slaat de bestaande discussie over de succesvolheid van het *no-miracle argument* op deze manier namelijk gewoon over en is daardoor ook overhaast tot een conclusie over de status van de realistische intuïties van Duhem gekomen.

Bon sens

Het doen van natuurkunde en het kiezen voor bepaalde hypothesen wordt grotendeels bepaald door het gevoel van de natuurkundige, zegt Duhem. Wanneer een natuurkundige een experiment doet met bijvoorbeeld zuurstof is hij bekend met diens eigenschappen en hun samenhang. Zo kent hij de bestaande wetten die die de dichtheid, temperatuur en druk van (in dit geval) zuurstof geven. Stel dat hij nu een bepaalde hoeveelheid zuurstof tussen twee elektrisch geladen platen brengt en ziet dat zijn wetten opeens niet meer in staat zijn om de eigenschappen van de zuurstof te voorspellen. Een Duhemiaanse natuurkundige zou niet verbaasd zijn; hij zou weten dat het idee van het gas waarmee

⁷⁴ Ladyman, *Understanding Philosophy of Science*, 211.

⁷⁵ Darling, “Motivational Realism,” 1133.

⁷⁶ Ibid, 1131.

hij werkt gebaseerd is op symbolische relaties die waarschijnlijk onvolledig en te simpel zijn om overeen te komen met de eigenschappen van het echte gas. Daarom zal hij, als de bekende wetten niet meer in staat zijn om de waarneming te representeren, nieuwe eigenschappen toevoegen. Hij zal zuurstof niet langer alleen zien als een combinatie van een bepaalde dichtheid, temperatuur en druk, hij zal ook de sterkte van het elektrische veld in zijn berekeningen mee moeten nemen om zijn representatie beter overeen te laten komen met de werkelijkheid.⁷⁷

Door deze aanpassing de maken aan zijn wet is de natuurkundige in staat om hem beter te doen laten aansluiten bij de veelheid van eigenschappen van het echte gas, net zoals een gedetailleerd harnas dat doet bij een ridder.

“The mathematical symbol forged by theory applies to reality as armor to the body of a knight clad in iron: the more complicated the armor, the more supple will the rigid metal seem to be; the multiplication of the pieces that are overlaid like shells assures more perfect contact between the steel and the limbs it protects; but no matter how numerous the fragments composing it, the armor will never be exactly wedded to the human body being modelled.”⁷⁸

Duhem herkent ook de kritiek die de instrumentalisten op dit idee zouden kunnen hebben. De wetten van uitzetting en inkrimping zouden volgens hen namelijk door bovenstaand experiment helemaal niet zijn gefalsificeerd; ze zouden nog steeds in staat zijn om het inkrimpen en uitzetten van zuurstof te beschrijven mist aan bepaalde randvoorwaarden is voldaan (namelijk: er moet geen elektrisch veld in de buurt zijn). De wet over het inkrimpen en uitzetten geldt nog steeds, er moet alleen in sommige gevallen ook gebruik worden gemaakt van de wet van samenpersen van geïoniseerd gas.⁷⁹

Wat de natuurkundige er dan toe zet om te kiezen voor het aanpassen van zijn wet, ondanks dat dat volgens de instrumentalisten (en conventionalisten) niet noodzakelijk is, is *bon sens*.⁸⁰ Soms is het namelijk onredelijk om toch nog vast te houden aan theorie terwijl experiment je vertelt dat het tot een simpeler en mooier geheel zou leiden als je je theorie aanpast, zegt Duhem. Hoewel deze reden je niet door de logica gegeven wordt maar door de *bon sens* moet het volgens Duhem niet genegeerd worden; logica is niet het enige dat ons stuurt in het kiezen voor hypothesen.

“Pure logic is not the only rule for our judgements; certain opinions which do not fall under the hammer of the principle of contradiction are in any case perfectly unreasonable. These

⁷⁷ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 174-175.

⁷⁸ Ibid, 175.

⁷⁹ Ibid, 175-176.

⁸⁰ Pascals term, ook wel *reason of the heart* of *reason that reason does not know*. Zie Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 27.

motives which do not proceed from logic and yet direct our choices, there “reasons that reason does not know” and which speak to the ample “mind of finesse” but not to the “geometric mind,” constitute what is appropriately called good sense.”⁸¹

Het zou volgens Duhem zelfs kinderachtig zijn om alleen op onze logica te vertrouwen en de intuïtie, de *bon sens*, uit te sluiten. Het is namelijk duidelijk dat “this opposition [critical reflection and spontaneous intuition] is a fundamental fact essentially connected with the very nature of physical theory, a fact that we must faithfully register, and if possible, explain.”⁸²

Duhems *bon sens* is dus een manier om een keuze te maken tussen twee hypothesen. Daar waar de natuurkundige logisch gezien niet hoeft te kiezen als de hypothesen beiden overeenkomen met de waarneming stuurt zijn *bon sens* hem toch richting een keuze voor één van de twee hypothesen. David J. Stump noemt deze manier van keuzes maken *virtue epistemology*. De vraag daarbij is hoeveel waarde Duhem hecht aan deugd *bon sens*; is zij betrouwbaar genoeg om keuzes voor theorieën op te baseren? Volgens Duhem zou dat zeker het geval zijn en volgens Darling niet. Ook deze discussie is niet terug te vinden in Darlings artikel terwijl het wel een belangrijke discussie is om te kunnen oordelen de reikwijdte Duhems argumenten. Voor een uitgebreide discussie over de rol en epistemologische waarde van *bon sens* zie Stump (2007), Milena Ivanova (2010) en Abrol Fairweather (2012).

De geschiedenis van de natuurkunde

In de geschiedenis vinden wij het constante samenspel tussen deze twee neigingen, de kritische reflectie (logische analyse) en de spontane intuïtie (*bon sens*) terug. Alleen door Duhems logische analyse te vergelijken met de geschiedenis kan de waarheid ervan worden gecontroleerd. “All abstract thought requires the control of facts; all scientific theories call for comparison with experience. Our logical considerations about the proper method of physics cannot be judged rationally unless they are confronted with the teachings of history.”⁸³ (Het is ook niet zo verwonderlijk dat hij de volledige geschiedenis van de natuurkunde in tien dikke werken heeft neergeschreven).⁸⁴

Bij het opleiden van natuurkundigen, zegt Duhem, is het daarom van cruciaal belang dat zij de geschiedenis van de natuurkunde nauwkeurig bestuderen. Daarbij zullen zij niet alleen te zien krijgen dat natuurkundigen die op zoek gaan naar verklaringen uiteindelijk niet bijdragen aan de vooruitgang van een theorie maar ook de constante vooruitgang die de natuurkunde boekt: “By

⁸¹ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 217

⁸² Ibid, 333.

⁸³ Pierre Duhem, “Research on the History of Physical Theories,” *Synthese* 83 (1990), 189.

⁸⁴ *Le système du monde, histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, 10 vols, Paris: Hermann.

unrolling before him the continuous tradition through which the science of each epoch is nourished by the systems of past centuries through which it is pregnant with the physics of the future.”⁸⁵ De geschiedenis van de natuurkunde biedt de natuurkundige dus naast zijn intuïtie nog een reden om te geloven dat theorieën niet kunstmatig maar juist afspiegelingen van de werkelijkheid waar de experimentele methode niet bij kan. In de geschiedenis ziet men ook duidelijk het samenspel tussen de logica en de intuïtie terug, de geschiedenis dient als een leidraad om het goede pad tussen de logica en de intuïtie te kiezen.⁸⁶

Een ander voorstel: classificatierealisme

Beroep doen op de schoonheid van een theorie en het *no miracle* argument zijn twee manieren om realisme te beargumenteren zonder daarbij van strikte logica gebruik te maken; bij Duhem zijn beide argumenten aanwezig. De geschiedenis en de *bon sens* moeten de natuurkundige sturen bij de keuze voor de juiste hypothesen waar de logica dat niet kan doen. Zowel de logica als de intuïtie zijn daarom van essentieel belang; zonder de eerste kan de natuurkundige geen orde aanbrengen en zonder de andere kan hij niet kiezen en zal zijn theorie niet richting een natuurlijke classificatie gaan. Beide vormen van kennis zijn zodoende essentieel voor de praktijk van de natuurkunde. Duhems filosofie bevat mijns inziens wel degelijk deugende argumenten voor realisme en biedt zelfs ook een manier om tot de structuur van de wereld achter de waarnemingen door te dringen. Het realisme dat Darling voor Duhem heeft gereserveerd, waarbij realisme alleen maar als motivatie kan dienen, kan daarom dus beschouwd worden als onvolledig.

Ik wil daarom een ander voorstel doen voor het realisme van Pierre Duhem. Ik denk dat het duidelijk is dat Duhem geen volledige positivist of instrumentalist is, zoals ook Lugg en McMullin zeggen. Aan de andere kant ben ik het ook met Darling eens dat Duhem wel erg voorzichtig is in zijn uitspraken over het realisme; hij claimt niet te weten dat realisme zeker is maar alleen dat hij dat sterk vermoedt.

Stathos Psillos noemt Duhem in zijn boek *Scientific Realism: How Science Tracks Truth* een structuurrealist, iets dat volgens mij al meer in de buurt komt van Duhems standpunt. Psillos beschrijft het structuurrealisme van Duhem als volgt: “A natural classification is such that it gets right the relations among observable entities, but not necessarily the unobservable entities themselves.”⁸⁷ Wat er daar echter mist is het onderscheid tussen de verschillende ‘relaties tussen entiteiten’ die Duhem wel maakt. We hebben gezien dat een theorie niet zomaar een relatie tussen entiteiten aangeeft. Een theorie bestaat uit een aantal wetten die tot stand is gekomen door ordening en abstractie van direct waargenomen fenomenen. Daarbij is een theorie ook de classificatie van deze wetten het is precies die classificatie waar Duhem een realist over is.

⁸⁵ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 270.

⁸⁶ Ibid.

⁸⁷ Stathis Psillos, *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*, Londen en New York: Routledge, 1999, 38.

Duhem vergelijkt deze classificatie met de classificatie die gemaakt kan worden onder de verschillende diersoorten. Deze kunnen geordend worden in groepen op basis van de de soorten organen die ze hebben. Een naturalist zal een soort inhoudsopgave maken van de kenmerken; hij abstraheert uit de organen (figuurlijk) de belangrijkste kenmerken en sorteert die op basis van de meest algemene naar meest specifieke kenmerken. Deze abstracties zal hij met elkaar vergelijken en zo tot overeenkomsten en verschillen komen; hij neemt bijvoorbeeld aan dat de zwemblaas van een vis overeenkomt met de longen van een gewerveld dier. De abstracties en relaties worden alleen gelegd in het hoofd van de naturalist en dienen voor hem uitsluitend als een kunstmatige samenvatting. Stel je voor dat deze indeling gemaakt wordt door een evolutiebioloog (zoöloog). Hij zal op basis van deze indeling veronderstellen dat deze tot stand is gekomen doordat dieren op een bepaalde manier aan elkaar verwant zijn; dat vissen en gewervelde dieren op de een of andere manier van elkaar afstammen. Als echter op een dag blijkt dat evolutiebiologie eigenlijk helemaal niet klopt en dat de indeling die hij maakte helemaal niet ontstaan is door de veronderstelde afstamming, dan zal hij zich bedenken over het bestaan van de aard van deze indeling (afstamming), maar niet het bestaan van de indeling zelf.⁸⁸

“And if physiology and paleontology should someday demonstrate to him that the relationship imagined by him cannot be, that the evolutionist hypothesis is controverted, he would continue to believe that the plan drawn by his classification depicts real relations among animals; he would admit being deceived about the nature of these relations but not about their existence.”⁸⁹

Net zoals de zoöloog overtuigd is van het bestaan van deze relaties tussen de bestudeerde dieren weet de natuurkundige dat van de classificaties van natuurkundige wetten.⁹⁰ Zodoende stel ik voor om Duhems filosofie ‘classificatierealisme’ te noemen.

⁸⁸ Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, 25.

⁸⁹ Ibid.

⁹⁰ De natuurkundige kent daarentegen geen ‘hogere’ wetenschap die hem de kan vertellen of de aard van zijn classificatie juist is, zoals de zoöloog dat wel kent in de fysiologie en paleontologie.

Conclusie

Osiander en Copernicus zouden het volgens Duhem met hun redeneringen over de sterrenhemel beiden bij het rechte eind hebben. Hoewel zij beiden tegenstrijdige conclusies trekken over wat een theorie ons kan vertellen over de wereld, in dit geval over de beweging van de aarde, kan Duhem het met beiden standpunten eens zijn. We vonden namelijk uit dat een theorie volgens Duhem zowel een kunstmatige representatie als een natuurlijke classificatie kan zijn. De logische analyse van een theorie leidt Duhem tot de eerste conclusie en zijn intuïtie (en die van de andere *working physicists*) tot de tweede. Een theorie kan dus zowel een oordeel zijn over de daadwerkelijke bewegingen van hemellichamen als een handig gereedschap om deze bewegingen te beschrijven. Zowel de logische analyse als de intuïtie zijn onderdeel van de natuurkundige praktijk, iets wat Darling over het hoofd lijkt te hebben gezien. Zij ziet in de intuïtie onvoldoende bewijs voor realisme. Dit bracht ons tot de interessante discussie of wetenschapsexterne argumenten succesvolle argumenten kunnen zijn voor wetenschappelijk realisme. Hoewel ik verder geen standpunt in deze discussie heb ingenomen meen ik wel te hebben laten zien dat Duhem in ieder geval in bepaalde mate waarde hechtte aan dit soort argumenten en dat Darling dat niet heeft meegenomen in haar analyse. Het *motivational realism* dat zij aan Duhem toeschrijft dekt zodoende niet volledig de lading. Als alternatief heb ik daarom voorgesteld om Duhems filosofie classificatierealisme te noemen omdat hij gelooft in het bestaan van bepaalde structuur die de natuurkundige theorie aanbrengt in de grote hoeveelheid van experimentele gegevens.

De grote rol die de geschiedenis van de natuurkunde voor Duhem speelde is in deze scriptie slechts kort naar voren gekomen in de laatste paragraaf (§5). De geschiedenis is voor Duhem zo belangrijk dat hij daar tien volumes aan wijdt onder de naam *La System du Monde*. Deze scriptie zou, afgezien van een karakterisering van Duhems filosofie, ook een goede inleiding zijn voor een verder onderzoek naar Duhems historische werken. Een filosofie van de natuurkunde, die hier nauwgezet is bestudeerd, kan volgens hem immers niet zonder de ondersteuning van de geschiedenis. Het zou interessant zijn om af te vragen wat voor soort kennis beide disciplines ons geven en op welke manier de geschiedenis de filosofie precies kan ondersteunen en of dat andersom misschien ook het geval kan zijn.⁹¹

⁹¹ Voor een goed begin voor deze discussie zie: Norwood Russell Hanson, "The Irrelevance of History of Science to Philosophy of Science," *The Journal of Philosophy* 59 (1962), 574-586.

BRONNEN

Busch, Jacob. "No New Miracles, Same Old Tricks." *Theoria* 74 (2008), 102-114.

Darling, Karen Merikangas. "Motivational Realism: The Natural Classification for Pierre Duhem." *Philosophy of Science* 70 (2002), 1125-1136.

Duhem, Pierre. "Logical Examination of Physical Theory." *Synthese* 83 (1990), 183-188.

Duhem, Pierre. "Research on the History of Physical Theories." *Synthese* 83 (1990), 189-200.

Duhem, Pierre. *The Aim and Structure of Physical Theory*. Vertaling door Philip P. Wiener, voorwoord van Louis De Broglie. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1954.

Duhem, Pierre. *To Save the Phenomena: An Essay on the Idea of Physical Theory from Plato to Galileo*. Vertaald door Edmund Doland en Chaninah Maschler, introductie van Stanley L. Jaki. Chicago en Londen: The University of Chicago Press, 1969.

Fairweather, Abrol. "The Epistemic Value of Good Sense." *Studies in History and Philosophy of Science* 43 (2012), 139-146.

Hanson, Norwood Russell. "The Irrelevance of History of Science to Philosophy of Science." *The Journal of Philosophy* 59 (1962), 574-586.

Ivanova, Milena. "Pierre Duhem's Good Sense as a Guide to Theory Choice." *Studies in History and Philosophy of Science* 41 (2010), 58-64.

Jaki, Stanley L. *Uneasy Genius: Life and Work of Pierre Duhem*. Dordrecht [etc.]: Nijhoff, 1987.

Joy, Glenn C. "Instrumentalism: A Duhemian Reply to Popper." *The Modern Schoolman* 52 (1975), 194-199.

Kuhn, Thomas. *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*. 18e dr. Cambridge [etc.]: Harvard University Press, 1995.

Ladyman, James. *Understanding Philosophy of Science*. Londen en New York: Routledge, 2002.

Lugg, Andrew. "Pierre Duhem's Conception of Natural Classification." *Synthese* 83 (1990), 409-420.

McAllister, James W. *Beauty & Revolution in Science*. Ithaca en Londen: Cornell University Press. 1996.

McMullin, Ernan. "Comment: Duhem's Middle Way." *Synthese* 83 (1990), 421-430.

Popper, Karl. *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. Londen: Routledge, 1965.

Stump, David J. "Pierre Duhem's Virtue Epistemology." *Studies in History and Philosophy of Science* 38 (2007), 149-159.

Afbeelding

Afbeeldingen ridder titelpagina door A.F. Knape