

CHUNGLIN KWA

*Wat is
waarheid?*

*Basisboek
wetenschaps-
filosofie*

Boom Amsterdam

© Chunglin Kwa, 2017
© Boom uitgevers Amsterdam, 2017

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikelen 16h t/m 16m Auteurswet 1912 jo. Besluit van 27 november 2002, Stb 575, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoeding te voldoen aan de Stichting Reprorecht te Hoofddorp (Postbus 3060, 2130 KB, www.reprorecht.nl) of contact op te nemen met de uitgever voor het treffen van een rechtstreekse regeling in de zin van art. 16l, vijfde lid, Auteurswet 1912. Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16, Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot de Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie, Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.stichting-pro.nl).

No part of this book may be reproduced in any way whatsoever without the written permission of the publisher.

Afbeelding omslag

Armillarium, 1612–1615, maker onbekend.

Koninklijke bibliotheek, Turijn.

© Mondadori Portfolio/Electa/Sergio Anelli/Bridgeman Images.

Verzorging omslag & binnenwerk

René van der Vooren

ISBN 978 90 5875 888 0 | NUR 730, 738

www.boomfilosofie.nl

www.boomuitgeversamsterdam.nl

Inhoud

Inleiding 9

Handleiding bij dit boek 13

1 *Theorie*

1.1 Proloog: theoretische entiteiten 19

1.2 De onzichtbare oorsprong van de werkelijkheid 24

1.3 De veroordeling van Aristoteles 29

1.4 Het sceptische karakter van hypothetische wetenschap 35

1.5 Epiloog: de eeuwige terugkeer van de eerste principes 41

1.6 Coda 43

2 *Experiment*

2.1 De eigen rationaliteit van het experimenteren 47

2.2 Het technische en exploratieve karakter van het experiment 48

2.3 Baconiaanse wetenschap 53

2.4 De wiskunde in de nieuwe natuurwetenschappen 54

2.5 Waarnemingen en inductie 56

2.6 Openbaarheid en reproduceerbaarheid 58

2.7 Wie beslist over een experiment: de natuur, de onderzoekers
of het instrument? 60

2.8 Experimentele exploratie, techniek en de beheersing
van de natuur 63

2.9 De experimentele stijl in relatie tot de hypothetisch-
analoge stijl 65

2.10 Hoe komt een experimentator aan zijn concepten? 67

2.11 De ‘wringing’ van de experimentele praktijk 69

3 *Waarneming*

- 3.1 De baconiaanse wetenschappen 73
- 3.2 Vier thema's uit de geschiedenis van de waarneming 76
- 3.3 Locke & Hume 81
- 3.4 Kant 83
- 3.5 Karl Popper: waarnemingen in hypothetische wetenschap 86
- 3.6 De anomalieën van Thomas Kuhn 90
- 3.7 'Theoriegeladen' waarnemingen 94
- 3.8 De 'logic of discovery' 98
- 3.9 Als de hypothetisch-analogische stijl overbelast wordt 99

4 *Data*

- 4.1 De revoltes tegen de hypothetisch-analogische stijl 105
- 4.2 'Mechanische objectiviteit' 108
- 4.3 Het Badense neokantianisme 111
- 4.4 Het Marburger neokantianisme en het logisch positivisme 114
- 4.5 Carnap en de 'logische' stijl van wetenschap 123
- 4.6 De wiskunde en het nieuwe platonisme 126
- 4.7 Objectiviteit in de eenentwintigste eeuw 131
- 4.8 Databases en ontologieën 133
- 4.9 De status van modellen 136

5 *Tekst*

- 5.1 Hermeneutiek: een eigenstandige methode? 147
- 5.2 Schleiermachers 'gehelen' en de hermeneutische cirkel 150
- 5.3 Divinatio en hypothese 153
- 5.4 Wilhelm Dilthey 156
- 5.5 Gadamer 159
- 5.6 De morele dimensie van Gadamers hermeneutiek en de (politieke) kritiek van Derrida 162

- 5.7 Deconstructie als methode 165
- 5.8 De hermeneutiek van Theodor Adorno 168
- 5.9 Weg met interpretatie! 171
- 5.10 Northrop Frye: interpretatie door categorisering 173
- 5.11 De literatuuranalyse van Fredric Jameson 175
- 5.12 Conclusie 177

6 *Maatschappij*

- 6.1 De sociale wetenschappen: ongemakkelijk tussen de humaniora en de natuurwetenschappen 181
- 6.2 De (quasi-)experimentele stijl in de sociale wetenschappen 184
- 6.3 Een alternatief naast de quasi-experimentele methode: Grounded Theory (en Max Weber) 188
- 6.4 Sociologische theorie: metaforen voor maatschappelijke samenhang en differentiatie 191
- 6.5 Kan een metafoor gefundeerd worden? — Handelingstheorie 195
- 6.6 Na het functionalisme: Pierre Bourdieu 197
- 6.7 Na het functionalisme: Niklas Luhmann, Jean-François Lyotard 199
- 6.8 Een nieuwe metafoor: het netwerk 201
- 6.9 Tot slot: toetsing of evaluatie? 205

7 *Geschiedenis*

- 7.1 Proloog 211
- 7.2 De historische verklaring 213
- 7.3 Klassiek-deductieve geschiedenis 218
- 7.4 De ontdekking van de historische dynamiek 229
- 7.5 Het historicisme 233
- 7.6 Narratologische analyse van geschiedkundige teksten 236
- 7.7 De historische rationaliteit na 1968 244

8 *Rationaliteit*

- 8.1 De status van het begrip ‘stijl’ 251
- 8.2 Ratio 259
- 8.3 Sociologie van de Griekse wiskunde 262
- 8.4 De Chinese rationaliteit(en) 272
- 8.5 Ontologieën 275

Noten 279

Register 311

Inleiding

Dit is een nieuwe, sterk uitgebreide editie van *Kernthema's in de wetenschapsfilosofie* uit 2014. Drie nieuwe hoofdstukken completeren de reeds bestaande hoofdstukken, die ook alle zijn aangevuld, herschreven en gecorrigeerd. Bij het schrijven heb ik mij door de volgende uitgangspunten laten leiden (mede gezien het feit dat er diverse andere inleidingen in de wetenschapsfilosofie beschikbaar zijn):

- 1 Dit boek bestrijkt de natuurwetenschappen en de wiskunde, de sociale wetenschappen en de geesteswetenschappen, op zo veel mogelijk gelijkwaardige wijze.
- 2 De wetenschapsfilosofie wordt geplaatst in de geschiedenis van de algemene wijsbegeerte én de geschiedenis van de wetenschappen.
- 3 Wetenschapsfilosofie behoort reflectie te zijn op de praktijk van de wetenschapsbeoefening. Concrete voorbeelden uit diverse wetenschappen zullen niet ontbreken. Ook wil dit boek een brug slaan naar de 'methoden-technieken' van de vakwetenschappen.
- 4 Na Karl Popper en Thomas Kuhn, de *staple* van veel wetenschapsfilosofische inleidingen, is er veel gebeurd in zowel de wetenschapsfilosofie als de wetenschappen zelf. Dit boek wil daarbij aansluiten en de 'postkuhniaanse' wetenschapsfilosofie verder ontwikkelen.
- 5 Een thematische insteek prevaleert: dat van de zogenoemde stijlenbenadering, ontwikkeld door de wetenschapshistoricus Alistair Crombie en de wetenschapsfilosoof Ian Hacking.

De lezer hoeft zich door dit laatste niet te laten afschrikken. In eerste aanleg is het namelijk mogelijk om de stijlen te nemen als een hulpmiddel om thematische verbanden door de wetenschappen en de wetenschapsfilosofie te trekken. Wie zo leest, zal hopelijk plezier beleven aan dit boek zonder zich op voorhand gecommitteerd te weten aan de filosofische claims verbonden aan de stijlenbenadering.

In tweede aanleg is het echter nodig om de stijlen van wetenschap wat preciezer te omschrijven. Het idee van het bestaan van zes verschillende

stijlen in de wetenschap is door Crombie rond 1980 voor het eerst geopperd. De door hem onderscheiden stijlen zijn: [1] de deductieve, [2] de experimentele, [3] de hypothetisch-analogische, [4] de taxonomische, [5] de statistische en [6] de historisch-evolutionaire stijl. Crombie nam de stijlen als historische gegevens; hij leidde ze dus niet af uit een of ander a-priori-schema (en dat had hij goed gezien). Crombies grote driedelige werk (*Styles of scientific thinking in the European tradition*) verscheen pas in 1994, maar zijn idee was al lang daarvoor omhelsd door Hacking. Hacking zou in de jaren tachtig en negentig belangrijke bijdragen leveren aan het stijlenconcept, met name over de experimentele en de statistische stijl. Kortgeleden heeft hij daar een boek over de logica en de wiskunde aan toegevoegd, maar vanwege Hackings aanvankelijke beperking tot de genoemde twee stijlen van wetenschap is in heel wat wetenschapsfilosofische literatuur de volle breedte van het stijlenconcept niet goed aangekomen. Mede daarom geef ik dit boek de pretentie mee een wetenschappelijke bijdrage te zijn. Het perspectief van de stijlen van wetenschap is nog altijd voldoende onontgonnen om te kunnen pionieren. Mijn eigen *De ontdekking van het weten* (2005) is een wetenschapshistorisch overzicht van de stijlen en sluit alleen al daardoor meer aan bij het werk van Crombie dan bij dat van Hacking. Wel bleek het nodig om Crombies bijna zuivere ideeën-historische aanpak aan te vullen met zowel een meer algemene cultuur-historische inbedding als met een aan de *science and technology studies* ontleende focus op de materiële praktijk van de wetenschappen.

Zoals al aangegeven omsluit dit boek ook de humaniora en de sociale wetenschappen, naast de natuurwetenschappen. Crombie en Hacking beperkten zich tot de natuurwetenschappen, en ook van anderen is mij geen werk bekend dat de stijlenbenadering in de sociale en geesteswetenschappen brengt. Het was een uitdaging om dit te doen, en het resultaat ligt nu voor u in de hoofdstukken 5, 6 en 7 van dit boek.

Waaruit bestaat het verschil tussen de stijlenbenadering en de ‘traditionele’ wetenschapsfilosofie? In het kort kan men zeggen: de stijlenbenadering voegt toe en ze splitst. Wat ze toevoegt, zijn stijlen die veronachtzaamd werden omdat ze minder belangrijk leken of werden gezien als voorstadium van echte wetenschap respectievelijk als aanvullende methodologie. Dat geldt voor de taxonomische stijl en de statistische stijl. Het heeft grote voordelen om de eigen rationaliteit van deze stijlen te onderkennen, met name als ze in samenhang met andere stijlen worden

aangewend, zoals de hypothetisch-analogische en de experimentele. Met de evolutionair-historische stijl wisten de wetenschapsfilosofen van vroeger, zoals Popper, zich niet goed raad, maar dat is nu opgelost. Daarnaast wordt de hypothetisch-analogische stijl losgemaakt van de klassiek-deductieve stijl. Deze laatste stijl, met zijn wortels in de klassieke oudheid, wordt in zijn eigen waardigheid hersteld, maar ‘betaalt’ daarvoor door nog maar een klein hoekje te kunnen innemen in het grote geheel van de wetenschappen. Een verstrekkende claim van de stijlenbenadering betreft het loskoppelen van de rationaliteiten van het theoretisch-hypothetische denken en de experimentele praktijk. Bij Karl Popper zijn die ondeelbaar aan elkaar geklonken en vormen samen dé wetenschappelijke methode. Het experiment heeft echter een geheel eigen ‘logica’.

In dit boek zullen wij de stijlen van wetenschap niet afzonderlijk maar in samenhang bespreken. In een aantal gevallen zal blijken dat ze met elkaar concurreren, terwijl in veel andere gevallen wetenschappers heel goed in meer dan één stijl werkzaam kunnen zijn. Maar ook in die gevallen zal, naar ik hoop, de stijlenbenadering een heel nuttig analytisch instrument kunnen aanreiken.

Ten slotte

Dit boek komt voort uit het wetenschapsfilosofieonderwijs dat ik de afgelopen jaren heb gegeven aan studenten in de natuurwetenschappen, de bèta-gammaopleiding, de sociologie en de algemene sociale wetenschappen en PPLE aan de Universiteit van Amsterdam. Veel studenten betoonden zich oplettende en kritische toehoorders, en hun vragen en commentaar tijdens de colleges hebben bijgedragen aan dit boek.

Graag herhaal ik mijn dank aan al diegenen die commentaar en advies gaven op *Kernthema's in de wetenschapsfilosofie*: mijn mederedacteuren van de Kernthema's-serie destijds: Lieven Decock, Frans Willem Korsten en Janneke van Lith, Rob van Es en Berteke Waaldijk, en daarnaast ook Gerard Alberts, Mieke van Hemert, Pieter Pekelharing, Henk de Regt en Geert de Vries, Anne Cox, Christine Delhayé en David Kwa. Voor deze nieuwe uitgave bedank ik Else Vogel, Henry Kalter, Robbie Voss, Gerard Alberts, Rob van Es, Harro Maas, David Kwa, Tobias Arnoldussen, Floris Solleveld en Chaokang Tai. Een eerdere versie van hoofdstuk 7 is gepresenteerd op het Vossius-seminar van het Vossius Center for the History

of Humanities and Sciences van de Universiteit van Amsterdam, met de aldaar verkregen commentaren heb ik mijn voordeel gedaan. Mijn collega's van de afdeling politicologie bedank ik voor de geboden vrijheid om mijn eigen gang te gaan. Ook van hen genoot ik de nodige belangstelling voor dit langlopende project.

Handleiding bij dit boek

HOOFDSTUK 1 – Theorie

In hoofdstuk 1 wordt een verhaal van de westerse wijsbegeerte verteld met als doel te laten zien hoe de klassiek-deductieve stijl van wetenschap (van Plato en Aristoteles) na ongeveer 1100 steeds meer ter discussie werd gesteld. Al-Ghazali, Maimonides, bisschop Tempier van Parijs en Duns Scotus waren sleutelfiguren. Hun kritiek op vooral Aristoteles maakte de weg vrij voor een speculatieve manier van nadenken over de wereld, waarin de idee dat alles in de wereld noodzakelijk moet zijn wat het is, moest wijken voor een ver doorgevoerd idee dat we leven in een contingente wereld, die dus ook anders had kunnen zijn. Aan de hand van Descartes wordt getoond dat het voor de wijsbegeerte geen gemakkelijke opgave is geweest om de idee van natuurnoodzakelijkheid los te laten. Het speculatieve denken over de werkingen van de natuur, geconceptualiseerd in hypothetische modellen oftewel analogieën, leidde echter tot een grote wetenschappelijke productiviteit. Een analyse van Newtons zwaartekrachtstheorie laat zien hoe weinig natuurnoodzakelijkheid er te pas kwam aan wat vaak als een van de grootste wetenschappelijke ontdekkingen aller tijden wordt gezien.

HOOFDSTUK 2 – Experiment

In hoofdstuk 2 krijgt de experimentele stijl van wetenschap de status die hij verdient: die van een eigenstandige rationaliteit. Daarvoor moeten we het beeld loslaten dat experimenten alleen worden uitgevoerd om theorie te testen. Dat is weliswaar mogelijk, maar de belangrijkste functie van een experiment is het produceren van een stabiel fenomeen. Het waarheidsbegrip van de experimentele stijl is in belangrijke mate procedureel. Dit hoofdstuk steunt op de analyse van het experiment van onder anderen Ian Hacking, Hans Radder en Nancy Cartwright, en daarnaast diverse theoretici afkomstig uit het wat meer sociaalwetenschappelijke en antropologische wetenschapsonderzoek, zoals Bruno Latour, Harry Collins en Andrew Pickering.

HOOFDSTUK 3 — *Waarneming*

In hoofdstuk 3 wordt de filosofische uitwerking van de hypothetisch-analogische stijl van wetenschap geframed vanuit de ‘waarneming’ als filosofisch vraagstuk. In het eerste deel van het hoofdstuk komt een aantal kopstukken van de moderne wijsbegeerte aan de orde: Locke, Hume, en vooral Kant. Diens ‘copernicaanse revolutie’, die een nieuwe kijk gaf op ‘causaliteit’, wordt besproken. In het tweede deel van het hoofdstuk komen enkele van de belangrijkste twintigste-eeuwse wetenschapsfilosofen aan bod: Karl Popper, Thomas Kuhn, en nog enige anderen. Het gaat hier over theoriegestuurde wetenschap, die echter wel feilbaar is. Verschillende manieren om met deze feilbaarheid om te gaan (falsificatie, anomalieën) komen aan bod.

HOOFDSTUK 4 — *Data*

Vooral als er veel waarnemingen zijn, en als ze zijn verkregen door meet-apparatuur, spreken we meestal over ‘data’, zeker in deze tijd van ‘big data’. Ondanks de in hoofdstuk 3 geschetste inbedding van het waarnemen in wetenschappelijke theorie, hopen veel wetenschappers in databestanden toch een objectieve natuur te ontmoeten. In de negentiende eeuw deed zich voor wat zich nu lijkt te herhalen. Destijds droeg de *avalanche of numbers* bij aan de vestiging van de statistische stijl van wetenschap, en ook nu zien we in alle wetenschappen, met name in de sociale wetenschappen, een toegenomen belangstelling voor statistiek. Daarnaast lijkt de al bekende experimentele stijl zicht te geven op objectieve kennis van natuur (en samenleving). De opmerkelijkste ontwikkeling in de negentiende eeuw betrof echter de terugkeer van de klassiek-deductieve stijl van wetenschap. Deze stijl had nu weliswaar niet meer precies dezelfde vorm als bij Plato en Aristoteles, maar hij was toch voldoende verwant om van een ‘terugkeer’ te kunnen spreken. Het logisch positivisme zal in deze context worden besproken. Ten slotte volgen enige verkenningen van typisch eenentwintigste-eeuwse wetenschap: informatiewetenschap en simulatiemodellen van onder meer het aardse klimaat.

HOOFDSTUK 5 — *Tekst*

Data kunnen zich op veel verschillende manieren voordoen. In de humaniora bijvoorbeeld in de vorm van ‘tekst’, of liever nog ‘teksten’, waar een context bij wordt gezocht. Dit vijfde hoofdstuk wil tonen dat er grote verwantschap is tussen de manier waarop beoefenaars van de humaniora

de keuze van een bepaalde context verantwoord en de manier waarop in de rest van de wetenschappen wordt toegeredeneerd naar een hypothese die het best bij de waarnemingen past, ook wel ‘abductie’ genoemd, of *inference to the best explanation*. Ruim honderd jaar geleden vestigde Wilhelm Dilthey al de aandacht op de overeenkomst tussen enerzijds de hermeneutiek van de geesteswetenschappen en anderzijds ‘data-interpretatie’ zoals door de astronoom Kepler. Daarnaast bespreekt het hoofdstuk hoe hermeneutiek in twee soorten bestaat: de klassieke hermeneutiek van onder anderen Dilthey en Gadamer, en de nieuwere hermeneutiek, ook ‘deconstructie’ genoemd, van Derrida. Het werk van Derrida zal verwant blijken met dat van Walter Benjamin en Theodor Adorno.

HOOFDSTUK 6 — *Maatschappij*

Hoofdstuk 6 biedt een rondgang door vooral de sociologie, met als doel te laten zien dat alle zes stijlen van wetenschap ook in de sociale wetenschappen werkzaam zijn. In eerste instantie de afzonderlijke stijlen zelf: de experimentele (die in de sociale wetenschappen de vorm aanneemt van een quasi-experimentele stijl), de taxonomische, oftewel de op conceptvorming gerichte abstraherende stijl, en de hypothetisch-analogische. (De andere drie stijlen komen meer in het voorbijgaan aan bod.) In het tweede deel van het hoofdstuk wordt verder ingezoomd op de hypothetisch-analogische stijl, aan de hand van de diverse paradigma’s die de sociologie rijk is of is geweest: het functionalisme van Durkheim, post-functionalistische benaderingen van Luhmann en Lyotard, het ‘veld’ van Bourdieu, en netwerktheorieën in diverse gedaanten, waaronder die van Latour. In dit tweede deel wordt het analogische of metaforische karakter van de verschillende paradigma’s in het centrum van de analyse gezet.

HOOFDSTUK 7 — *Geschiedenis*

In hoofdstuk 7 gaat het over de evolutionair-historische stijl in de geschiedschrijving. Deze historische stijl, waarvan ook de conceptuele verbindingen met Darwins evolutietheorie aan bod komen, bestaat echter nog maar ruim tweehonderd jaar. Uiteraard bestaat de beoefening van de geschiedschrijving al veel langer. Langs enige hoogtepunten van de geschiedenis van de geschiedschrijving — Thucydides, Tacitus, Hugo de Groot, Leibniz, Edward Gibbon — zal blijken dat deze oudere vormen van geschiedschrijving thuishoren in andere stijlen van wetenschap.

Vooral de klassiek-deductieve stijl is eeuwenlang toonaangevend geweest, terwijl in latere tijden geschiedenis werd geschreven gehoorzaamend aan de ‘logica’ van de taxonomische en de hypothetisch-analogische rationaliteit.

HOOFDSTUK 8 — *Rationaliteit*

Hoofdstuk 8 kan worden gezien als een zeer uitvoerig nawoord bij dit boek. Kritische reacties op de stijlenbenadering zullen worden besproken. Daarnaast wordt de vraag opgeworpen waarom onder de zes verschillende stijlen de klassiek-deductieve stijl een buitenbeentje lijkt te zijn. De oorsprong van het westerse rationaliteitsbegrip zal worden besproken, en er zal een vergelijking worden gemaakt met het Chinese rationaliteitsbegrip. Ten slotte zal een nog veel ruimer kader worden geboden voor een begrip van wat rationaliteit is, middels de antropologie zoals die is ontwikkeld door Philippe Descola.

I



Theorie

*De menselijke geest legt de dingen zijn concepten op,
zoals een beeldhouwer een beeld uit steen kapt.*

ABÉLARD (1124)¹

I.1

Proloog: theoretische entiteiten

In 1926 kreeg de Franse natuurkundige Jean-Baptiste Perrin de Nobelprijs toegekend, omdat hij (in 1909) het bestaan van atomen had bewezen.² ‘Hoezo?’, is men geneigd te vragen. Wist men dat nog niet? Inderdaad was er tot Perrin zijn experimenten deed nog ruimte geweest voor sceptis. De Duitse chemicus Wilhelm Ostwald promoveerde het ‘energetisme’, dat energie tot grondslag van de gehele natuurkunde moest maken. Energie zou als basisconcept in de plaats moeten komen van materie, en dus ook van de nooit waargenomen atomen. Om andere redenen dan Ostwald wilden ook J.H. van ’t Hoff, Max Planck en Pierre Duhem hun naam niet verbinden aan de atomistische theorieën die destijds in omloop waren. Alle drie waren zij zeer vooraanstaande scheikundigen en natuurkundigen.

Perrin had zijn proeven gedaan aan een ogenschijnlijk banaal verschijnsel. Bijna honderd jaar tevoren, in de zomer van 1827, had de Schotse botanicus Robert Brown zitten turen door zijn microscoop naar pollen in een bakje water. De kleine deeltjes, stuifmeel van de schone clarkia, een sierplant, bewogen eigenaardig door elkaar, zonder zichtbare oorzaak. Het lag niet aan hun plantaardige herkomst, ontdekte hij algauw, omdat heel kleine metaaldeeltjes hetzelfde te zien gaven. In de loop van de tijd werden almaar nieuwe verklaringen geopperd, totdat Albert Einstein in 1905 aannemelijk maakte dat de beweging van de stuifmeeldeeltjes werd veroorzaakt door de chaotische beweging van de niet-zichtbare watermoleculen. Je zou denken dat de duwtjes die een stuifmeelkorrel van alle kanten krijgt van de veel kleinere watermoleculen elkaar opheffen, maar dat is niet altijd zo. Soms botst er een aantal watermoleculen tegelijk van rechts en net toevallig niet een van links. Perrin onderbouwde Einsteins vermoeden met slimme experimenten en een heel precies statistisch model.³

I

Theorie

Ostwald ging ‘om’. Maar zijn energetisme was meer geweest dan een met het atomisme rivaliserende theorie over de aard van de materie. Er stak ook een filosofisch standpunt achter; hij wilde zich beperken tot de verschijnselen die in de natuur en in het laboratorium daadwerkelijk waarneembaar zijn, een filosofische positie die ‘fenomenalisme’ wordt genoemd. Gedurende de negentiende eeuw had men energie in haar verschillende gedaantes leren kennen – warmte, stoomenergie, elektrische en chemische energie enzovoort – en vastgesteld dat de verschillende vormen van energie in elkaar over kunnen gaan. Ostwald stelde voor om ook materie als een *manifestatie* van energie te zien.

Veel aanhangers had Ostwald overigens niet gevonden. In 1898 had Ernest Rutherford twee verschillende soorten radioactieve straling geïdentificeerd, alfa- en bètastraling, en al snel daarna werd aannemelijk dat het wel om twee verschillende deeltjes zou gaan. Veel natuurkundigen waren daardoor al overtuigd van het werkelijke bestaan van atomen. Er waren bovendien al langere tijd succesvolle theorieën in omloop die uitgingen van het bestaan van atomen: de chemische atoomtheorie van John Dalton (1803) en de zogenoemde kinetische gastheorie van Rudolf Clausius en James Clerk Maxwell, die rond het midden van de negentiende eeuw modellen hadden ontwikkeld van gas als een verzameling elastische bolletjes, botsend met elkaar en met de wand van de gascontainer. En lang daarvoor waren er al de atoomtheorieën van René Descartes en Isaac Newton, en dáárvoor die uit de klassieke oudheid. Maar een rechtstreeks bewijs voor het bestaan van atomen had nog nooit iemand geleverd. Het was steeds mogelijk gebleven om in atoomtheorieën niet meer dan handige denkmodellen te zien.

Ook Perrin nam niet rechtstreeks atomen of watermoleculen waar. Hij ‘zag’ ze slechts indirect. Een hardnekkige scepticus zou het principiële argument kunnen hanteren dat er toch nog een andere verklaring voor de brownse beweging mogelijk zou moeten zijn. Maar als al iemand die zou hebben kunnen verzinnen, dan zou die verklaring het hebben moeten opnemen tegen de uiterst nauwkeurige overeenkomst die Perrin had bereikt tussen zijn model en zijn meetresultaten. Het energetisme was al enigszins verzwakt door de relativiteitstheorie, en het was dus niet zo verwonderlijk dat Ostwald de handdoek in de ring gooide. Na Perrin kreeg de atoomtheorie bovendien uit zoveel onafhankelijke hoeken verdere ondersteuning, dat geen mens het meer in zijn hoofd haalde het bestaan van atomen, moleculen en elektronen (de bètastraling van Rutherford) in twijfel te trekken.