

Een inleiding in de wetenschapsfilosofie

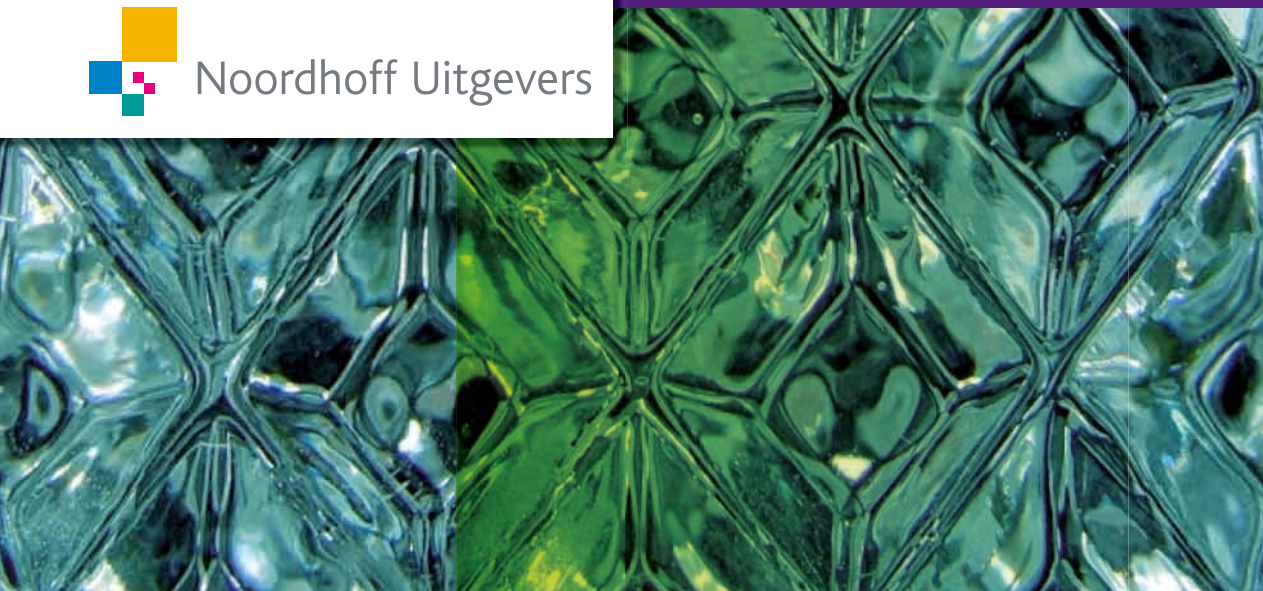
De ontwikkeling van wetenschap

Gerard de Vries

Eerste druk



Noordhoff Uitgevers



De ontwikkeling van wetenschap

De ontwikkeling van wetenschap

Een inleiding in de wetenschapsfilosofie

Gerard de Vries

Derde, herziene en uitgebreide druk

Wolters-Noordhoff Groningen

Ontwerp binnenwerk: Studio WoltersgroepGroningen

Ontwerp omslag: Studio WoltersgroepGroningen

Eventuele op- en aanmerkingen over deze of andere uitgaven kunt u richten aan: Noordhoff Uitgevers bv, Afdeling Hoger Onderwijs, Antwoordnummer 13, 9700 VB Groningen, e-mail: info@noordhoff.nl

7 8 9 10 11 / 13 12 11 10 09

© 1995 Noordhoff Uitgevers bv Groningen/Houten, The Netherlands.

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden veelevoudigd, 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 reprografische veelevoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16h Auteurswet 1912 dient men de daarvoor verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Reprorecht (postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.cedar.nl/reprorecht). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie, postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.cedar.nl/pro).

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

ISBN (ebook) 978 90 01 847128

ISBN 978 90 01 92359 4

Woord vooraf

Dit boek vormt een inleiding in de wetenschapsfilosofie. Het is een leerboek voor studenten in de natuurwetenschappen, de sociale wetenschappen, de technische wetenschappen, de geneeskunde en de filosofie.

Eerdere drukken van dit boek verschenen in 1984 en 1985. Het is uiteraard plezierig om te merken dat een leerboek, tien jaar na zijn oorspronkelijk verschijnen, nog steeds op ruime schaal wordt gebruikt. Ontwikkelingen op het terrein van het wetenschapsonderzoek maakten het nu echter noodzakelijk de inhoud op een aantal punten te herzien. Uiteindelijk is vrijwel geen paragraaf ongewijzigd gebleven. In sommige gevallen ging het daarbij alleen om stilistische veranderingen; in andere gevallen zijn de wijzigingen ingrijpender en van inhoudelijke aard. Ten slotte is een aantal nieuwe paragrafen toegevoegd. Om het boek niet al te omvangrijk te maken, is een aantal minder belangrijke stukken geschrapt.

De genoemde veranderingen houden verband met een verschuiving die zich in de afgelopen twee decennia in de wetenschapsfilosofie heeft voorgedaan. Behalve de traditionele, met de epistemologie verbonden beschouwingen over wetenschap zijn in deze periode met empirisch (historisch, sociologisch en antropologisch) onderzoek verweven studies van wetenschap steeds belangrijker geworden. Behalve filosofische verhandelingen over de bijzondere aard van wetenschappelijke kennis is er ruime aandacht gekomen voor de wetenschappelijke praktijk. Het onderzoek dat op dit terrein is verricht, heeft vervolgens zijn weerslag gehad op de ideeën over de aard van wetenschappelijke kennis.

In de keuze van de stof die behandeld wordt, heb ik mij laten leiden door vier overwegingen.

In de eerste plaats door de gedachte dat wie de huidige stand van zaken in de wetenschapsfilosofie wil begrijpen, ten minste kennisgenomen moet hebben van de hoofdstroom van de wetenschapsfilosofische traditie. Aan het werk van Popper wordt daarom een hoofdstuk gewijd en daarvan wordt behalve de algemene lijn ook een aantal technische kwesties besproken. Andere stromingen, zoals het logisch empirisme, worden behandeld voorzover dat nodig is om dit werk te begrijpen.

De tweede overweging betreft het centraal stellen van het werk van Kuhn. Zijn ideeën worden onder twee perspectieven behandeld. In de eerste plaats als een aanval op enkele centrale gedachten van de wetenschapsfilosofische traditie. In de tweede plaats wordt echter benadrukt dat Kuhn andere dan epistemologisch-geïnspireerde vragen stelt. Pas

voor wie zich dat realiseert, wordt een aantal van de meest radicale opvattingen van Kuhn – in het bijzonder zijn stelling dat als een paradigma verandert, de wereld mee verandert – begrijpelijk. Werk dat in de jaren tachtig en negentig verscheen, en dat bekend werd als ‘wetenschapsonderzoek’, volgt Kuhns pragmatisch-antropologische benadering. Van de auteurs die actief zijn op dit terrein, wordt vooral aan Latour aandacht besteed.

De derde overweging bij het concipiëren van dit boek werd gevormd door de gedachte dat men, om het werk van een filosoof uiteen te zetten, in moet gaan op de problemen die de aanleiding vormden voor diens werk. Op verschillende plaatsen wordt daarom ingegaan op wetenschappelijke veranderingen en verschuivingen in de culturele en maatschappelijke positie van de wetenschappen die ten grondslag liggen aan de problematiek die wetenschapsfilosofen behandelen.

Verder leek het mij nuttig studenten uit een bepaald vakgebied ook te informeren over problemen die met betrekking tot andere vakgebieden rijzen. Sociale wetenschappen en natuurwetenschappen worden daarom in één boek behandeld. Waar men niet als (toekomstig) producent van kennis optreedt, komt men toch vaak als consument met de produkten van andere vakgebieden in aanraking. De problemen die samenhangen met de maatschappelijke en culturele positie van de wetenschappen, vereisen bovendien een geïnformeerde publieke opinie.

Een leerboek als dit wordt geacht de ‘conventional wisdom’ van een vakgebied over te dragen. Als het goed is, zal men er dus geen ‘originale’ gedachten in aantreffen. Radicale posities, die ik elders graag verdedig, horen in een leerboek niet thuis. Ook als mijn handen jeukten, heb ik getracht ze te vermijden.

Ten slotte een opmerking over het taalgebruik. Gelukkig maken steeds meer vrouwen carrière in de wetenschappen. Dat is voor veel goedwillende filosofen een reden om te proberen expliciet sekse-neutraal te schrijven. In dit boek wordt die praktijk niet gevolgd. Dat nu veel onderzoekers van het vrouwelijk geslacht zijn, verandert het geslacht van het woord ‘onderzoeker’ niet. De uitwegen die soms gekozen worden om toch sekse-neutraal te schrijven, zijn weinig bevredigend. Het grapje om over ‘zij’ te spreken als naar de onderzoeker in het algemeen wordt verwezen, is inmiddels tot op de draad versleten; het gebruik van ‘hij/zij’ maakt al snel een debiele indruk; de meervoudsvorm, die de sekse verhuult, is lang niet altijd mogelijk. In dit boek is daarom ‘de onderzoeker’ mannelijk, zoals ‘de wetenschap’ vrouwelijk is. ‘Sex is a source of chaos in language generally, as it is in life’, schreef J. Barzun in een aardige beschouwing over deze kwestie. Ik heb gemeend dat het niet op mijn weg lag om daaraan iets te veranderen.

Gerard de Vries

Maastricht, voorjaar 1995

Inhoud

EEN

HET ONTSTAAN VAN DE WETENSCHAPSFILOSOFISCHE PROBLEMATIEK 9

- 1.1 De taken van de wetenschapsfilosofie 9
- 1.2 Het ontstaan van de klassieke natuurwetenschap 12
- 1.3 Het ontstaan van de sociale wetenschappen 24
- 1.4 Wetenschap als roeping en als beroep 36
- 1.5 Het ontstaan van de twintigste-eeuwse wetenschapsfilosofie 41

TWEE

POPPERS FILOSOFIE VAN DE WETENSCHAPPELIJKE KENNIS 53

- 2.1 Kennistheorie en methodologie 53
- 2.2 De empirische basis van de wetenschap 61
- 2.3 Methodologie van de empirische wetenschappen 67
- 2.4 Problemen rond de sociale wetenschappen 76
- 2.5 De waarheid, bij benadering 85
- 2.6 Objectieve kennis: een aparte wereld 93

DRIE

KUHNS REVOLUTIE: VAN KENNISTHEORIE NAAR ANTROPOLOGIE VAN DE WETENSCHAP 97

- 3.1 Traditionalisten en beeldenstormers: wetenschapsontwikkeling volgens Kuhn 97
- 3.2 Kuhn versus de wetenschapsfilosofie 104
- 3.3 Lakatos' methodologie van wetenschappelijke onderzoeksprogramma's 108
- 3.4 Onderzoeksprogramma's in de toegepaste natuurwetenschappen 118
- 3.5 Onderzoeksprogramma's in de sociale wetenschappen 123

VIER

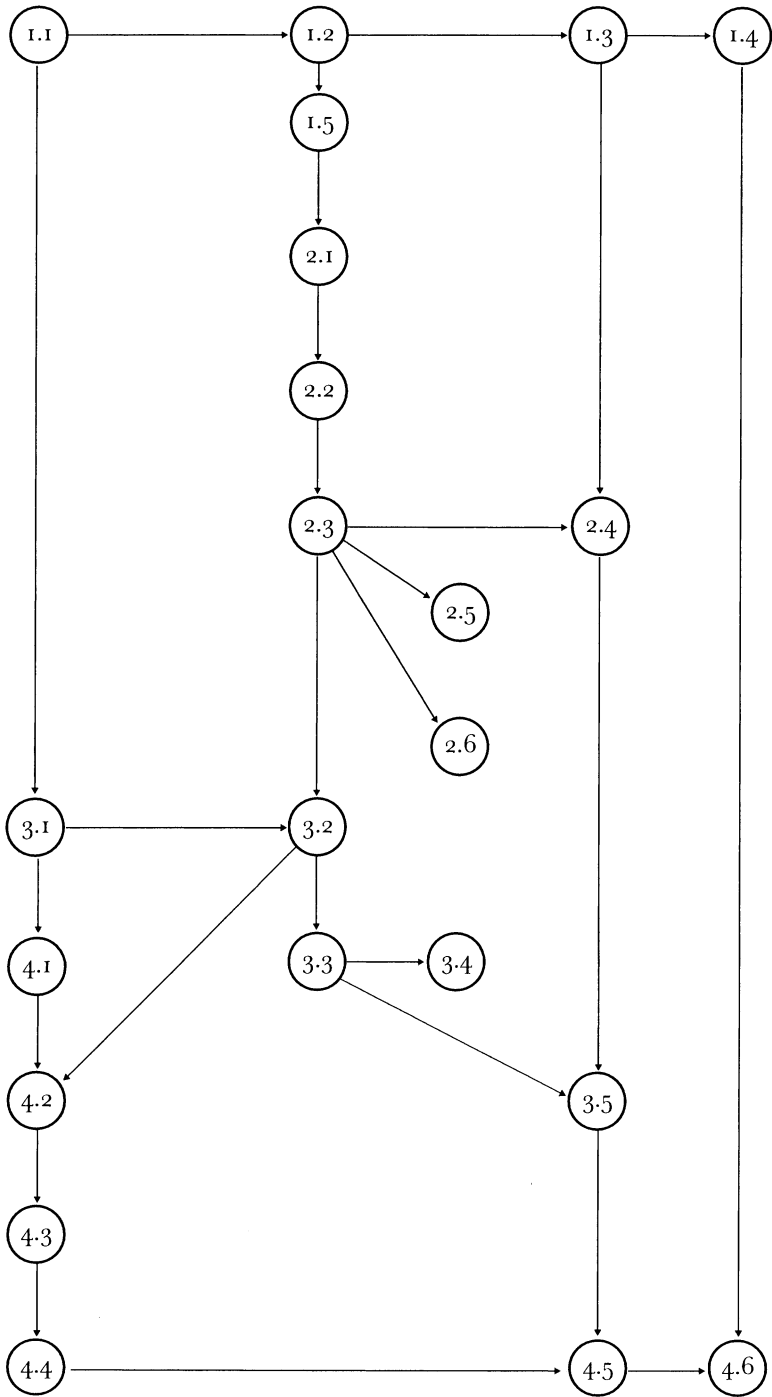
WETENSCHAPPEN IN ACTIE 135

- 4.1 Revoluties als 'veranderingen van de wereld': het pragmatisch-antropologisch perspectief op wetenschap 135
- 4.2 Sociologie van de wetenschappelijke kennis 142
- 4.3 Werken in een laboratorium 149
- 4.4 De geldigheid van kennis buiten het laboratorium 161
- 4.5 Het praktische werk van de sociale wetenschappen 170
- 4.6 Wetenschap, rationaliteit en moderne samenleving 180

LITERATUUR 189

PERSONENREGISTER 195

ZAKENREGISTER 199



Het bovenstaande schema geeft aan in hoeverre een paragraaf steunt op in voorgaande paragrafen behandelde stof.

Een

Het ontstaan van de wetenschapsfilosofische problematiek

1.1

De taken van de wetenschapsfilosofie

Wie in onze tijd de wetenschap wil ontlopen, zal een flink eind moeten reizen en niet al te veel bagage kunnen meenemen. In iedere kier van ons bestaan is haar invloed immers te merken. Wanneer we een dokter bezoeken, een auto starten of een elektronisch apparaat aanschaffen, komen we vanzelfsprekend in aanraking met wetenschap of met producten die mede het resultaat zijn van wetenschappelijk werk. Datzelfde overkomt ook degene die een populair tijdschrift opslaat en daarin ideeën aantreft die mede aan sociaal-wetenschappelijk onderzoek zijn ontleend, bijvoorbeeld over de liefde of het opvoeden van kinderen. In politiek en economie spelen uit de wetenschappelijke wereld afkomstige denkbeelden een grote rol; wie oorlog wil voeren zonder wetenschappelijke middelen, heeft bij voorbaat verloren.

Deze prominente aanwezigheid van de wetenschappen vormt een eerste goede reden om systematisch na te denken over de aard en ontwikkeling van wetenschappelijke kennis. Enkele opmerkelijke aanspraken die met het karakter van deze kennis verbonden worden, kunnen daar als tweede reden aan worden toegevoegd. De wetenschappen pretenderen kennis te leveren die dichter bij de waarheid ligt, die objectiever, zekerder, betrouwbaarder is dan wat met meer alledaagse middelen wordt vergaard of ons uit overlevering bekend is. Voor nieuwe wetenschappelijke resultaten ruilt men oude wijsheden graag in. Dit bijzondere karakter van wetenschappelijke kennis verschaft volgens velen de moderne, westerse cultuur een unieke positie in de wereld. Waar men zich elders moet behelpen met magie, misvattingen, vaagheden of verzinsels, zou een cultuur die over wetenschap beschikt, toegang tot de waarheid, tot de feiten zèlf, hebben. Ook die gedachtengang vraagt, in de derde plaats, om een nadere beschouwing.

De drie genoemde onderwerpen vormen het terrein dat de wetenschapsfilosofen bewerken. Zij doen dat vanuit een verdeeld huis. Er is in de wetenschapsfilosofie – zoals in ieder vakgebied waar het levendig toegaat – een aantal hardnekkige controverses en er zijn clusters van erkende problemen waarvoor uiteenlopende oplossingen worden gezocht. Over de vraag wat van een serieuze filosofie van de wetenschap verwacht mag worden, bestaat echter wel globaal overeenstemming.

Wetenschapsfilosofen hebben de taak om een karakterisering van wetenschappen te geven, te onderzoeken in hoeverre de bijzondere aanspraken van de wetenschappen gerechtvaardigd zijn en inzicht te geven in de plaats van de wetenschappen in cultuur en samenleving.

Wetenschapsfilosofen moeten daartoe in de eerste plaats een beeld van wetenschap schetsen dat in hoofdlijnen overeenstemt met de gevestigde praktijk in belangrijke wetenschapsgebieden. Met andere woorden: een wetenschapsfilosofische beschouwing moet aan eisen van *empirische*, met name *historische adequaatheid* voldoen. De positie van de wetenschapsfilosoof verschilt wat dit betreft van die van veel andere filosofen, zoals ethici. Terwijl 'gij zult niet doden' ook in een situatie waarin niemand zich naar deze regel richt, een zinvolle ethische uitspraak is, kan een verhandeling over de wetenschappelijke methode die haaks staat op het feitelijk handelen van erkende goede onderzoekers, naar de prullenmand worden verwezen. Wanneer een filosoof tot de slotsom komt dat al het werk dat Newton, Einstein en Bohr hebben verricht, waardeloos is omdat het niet aan zijn maatstaven voldoet, valt immers maar één conclusie te trekken: deze auteur heeft het niet over wetenschap.

Van wetenschapsfilosofen wordt in de tweede plaats gevraagd een beeld van wetenschap te schetsen dat ons kan helpen om de bijzondere aanspraken die met wetenschappelijke kennis verbonden worden, te beoordelen, een *kennistheoretische* ofwel *epistemologische* kwestie, en dat ons kan helpen de plaats van de wetenschappen binnen de cultuur te bepalen, een onderwerp dat (ook) tot de *cultuurfilosofie* behoort. Een wetenschapsfilosofische verhandeling behoort daarom behalve aan eisen van empirische adequaatheid ook aan *filosofische* maatstaven te voldoen. Over de vraag hoe de empirische en filosofische eisen onderling gewogen moeten worden, verschillen wetenschapsfilosofen van mening. In het algemeen gesproken heeft sinds 1970 de eis van historische adequaatheid aan belang gewonnen. Deze ontwikkeling kan met één naam in het bijzonder worden verbonden, namelijk die van T.S. Kuhn. Zijn *The structure of scientific revolutions* bracht als geen ander werk de genoemde verandering in gewichtsverdeling tot stand (zie hoofdstuk 3).

Wetenschapsfilosofen verrichten hun werk vaak in nauwe samenwerking met wetenschapshistorici en wetenschapssociologen. In toenemende mate maken zij daarnaast gebruik van ideeën die aan de cognitieve-, taal- en tekstwetenschappen zijn ontleend. De banden met de logica waren traditioneel al sterk. De wetenschapsfilosofie is uiteraard ingebed in de algemene wijsbegeerte en ondervindt zeker invloeden van ontwikkelingen die zich op dat brede terrein voordoen. Het omgekeerde is echter niet minder waar. De geschiedenis van de moderne wijsbegeerte is zelfs in belangrijke mate de geschiedenis van het onderzoek naar en de kritiek op wetenschap. Lange tijd had het onderscheid tussen filosofie en wetenschap waaraan wij gewoon zijn geraakt, trouwens geen zin; wat wij

nu natuurkunde noemen, stond in Engeland tot ver in de negentiende eeuw bekend onder de namen 'natural philosophy' en 'experimental philosophy'.

Ook op andere vlakken vallen verschuivingen in belangstelling te constateren. Wetenschapsfilosofen hebben zich lange tijd vooral met de zuivere natuurwetenschappen beziggehouden. Die ijkten wat onder 'wetenschap' verstaan kon worden. Tegenover de sociale en gedragswetenschappen nam men een andere, namelijk veel sceptischer, houding in. In plaats van de aard en ontwikkeling van feitelijk geproduceerde sociale en gedragswetenschappelijke kennis te bestuderen, heeft menig wetenschapsfilosoof – ontevreden over de voortgang in zulke vakgebieden – getracht voorschriften en adviezen te formuleren voor de toekomstige sociale wetenschap. Een aantal stromingen in de sociale en gedragswetenschappen, bijvoorbeeld het behaviorisme, is mede onder invloed van zulke wetenschapsfilosofische bemoeienis tot stand gekomen. Wetenschapsfilosofische inmenging in intern-wetenschappelijke aangelegenheden heeft echter zelden tot de verwachte wetenschappelijke successen geleid. Wetenschapsfilosofen zijn daarom wat dit betreft terughoudender geworden. De laatste tijd bestuderen zij de sociale en gedragswetenschappen steeds vaker ook als historische gegevens. In de afgelopen decennia zijn bovendien behalve de 'zuivere' ook de toegepaste wetenschappen sterk in de belangstelling komen te staan.

De problemen waarmee wetenschapsfilosofen zich bezighouden, komen voort uit twee soorten bronnen.

De eerste wordt gevormd door veranderingen in de wetenschappen zelf of in de verhouding van wetenschap met niet-wetenschappelijke tradities, zoals het alledaagse denken, kunst, religie, maar ook de techniek. Wanneer nieuwe methoden van onderzoek worden geïntroduceerd of een onderwerp wordt aangesneden dat voorheen niet met wetenschappelijke middelen werd bewerkt, wanneer zich radicale veranderingen voordoen in de wetenschappelijke kennis of wanneer zich in de relaties van wetenschap en samenleving verschuivingen aftekenen, zijn dat steeds goede aanleidingen voor wetenschapsfilosofisch onderzoek.

De tweede soort bron van wetenschapsfilosofische problemen ligt binnen de wetenschapsfilosofie zelf. Evenals iedere andere bloeiende discipline brengt zij een belangrijk deel van de problemen waarmee zij zich bezighoudt, zelf voort. Wanneer men ontdekt dat voorheen geformuleerde ideeën niet deugen of onvermoede consequenties hebben, levert dat natuurlijk een aanzet voor verder onderzoek.

In de volgende hoofdstukken zal nog uitvoerig blijken hoe onvolkomenheden in de antwoorden van hun voorgangers voor de in die hoofdstukken behandelde filosofen het vertrekpunt vormden voor hun eigen werk. In dit hoofdstuk wordt vooral ingegaan op de eerste soort bron.

Het ontstaan van de klassieke natuurwetenschap

Een ieder die zich een tijdlang met wetenschap bezighoudt, komt op een zeker ogenblik voor de vraag te staan of de verschillende wetenschappen een eenheid vormen of niet. Is er één gemeenschappelijke kern die elke wetenschap in zich draagt? Of bestaan er tussen de verschillende wetenschappen allerlei gelijkenissen die elkaar overlappen en kruisen – zoals die tussen de leden van een familie kunnen worden aangetroffen in lichaamsbouw, kleur van de ogen, manier van lopen, temperament enzovoort – zonder dat er van een gemeenschappelijke kern gesproken kan worden? Zijn er kenmerken die een geheel van activiteiten, een praktijk, noodzakelijk moet hebben omdat we anders niet van ‘een wetenschap’ mogen spreken, of kunnen we ook van wetenschap spreken zonder aan te nemen dat alles wat onder deze noemer valt, iets essentieels gemeen heeft?

We kunnen de ingewikkelde filosofische problemen die achter deze vraag schuilgaan, voorlopig laten rusten. Er kan namelijk geconstateerd worden dat in de loop der geschiedenis één soort wetenschap bijzonder vaak naar voren is geschoven als het ideaal dat men nastreeft. Voor velen, niet alleen binnen de natuurwetenschappen maar ook binnen de sociale wetenschappen en de geesteswetenschappen, vormt de natuurwetenschap die in de zeventiende eeuw ontwikkeld werd, namelijk het voorbeeld bij uitstek van wat men wetenschap noemt. Met andere woorden: wie ‘wetenschap’ zegt, denkt nogal eens in de eerste plaats aan onderzoekers zoals Galilei, Boyle en Newton, en heeft dan een type activiteiten op het oog, of een type kennis, waarvoor hun werk model kan staan.

Vanwaar dit belang van de klassieke natuurwetenschap, zo kan men zich afvragen. Wat hebben Galilei, Boyle en Newton gepresteerd, op grond waarvan hun werk deze uitzonderingspositie toekomt? De oude Egyptenaren deden op het gebied van de astronomie, de rekenkunde en de meetkunde reeds tal van ontdekkingen en ook de Grieken hebben hun beroemdheid voor een deel te danken aan hun inventiviteit op deze terreinen. De Middeleeuwen kan men evenmin duister noemen in dit opzicht; de kloosters bijvoorbeeld, waren vaak centra van wetenschappelijk onderzoek en technisch kunnen. In de veertiende en vijftiende eeuw werden bovendien allerlei ideeën gevormd die voor de ontwikkeling van de mechanica van het grootste belang zijn geweest. Het revolutionaire van de zeventiende eeuw bestond er dus niet in dat men de natuur ging bestuderen, dat deed men daarvoor ook wel. Evenmin werd het revolutionaire gevormd door de introductie van het experiment en de systematische waarneming bij het natuuronderzoek, zoals wel eens wordt beweerd: ook vóór de zeventiende eeuw werd wel degelijk geëx-

perimenteerd en het is trouwens voor een aantal onderzoekers uit de tijd daarna (waaronder Galilei) kenmerkend dat zij in plaats van experimenten daadwerkelijk uit te voeren, soms menen te kunnen volstaan met een gedachtenexperiment. Systematische waarnemingen zijn eveneens niet nieuw. Aristoteles verrichtte in de vierde eeuw voor Christus bijvoorbeeld al allerlei systematische waarnemingen op het gebied van de biologie. Het gebruik van de wiskunde, ten slotte, onderscheidt al evenmin de natuurwetenschap uit de zeventiende eeuw van die uit de eeuwen daarvoor. Het revolutionaire lijkt eerder te zitten in de *koppeling* van experimentele en mathematische methoden.

Met deze vaststelling is het bijzondere karakter van de klassieke natuurwetenschap uiteraard nog niet blootgelegd. Daarvoor zouden we ten minste een nadere aanduiding moeten hebben van de specifieke aard van de betreffende koppeling. Waarin deze echter ook moge bestaan, zeker is wel dat in de zeventiende eeuw door onderzoekers, zoals Galilei, Boyle en Newton, een manier van wetenschapsbeoefening is ontwikkeld die buitengewoon vruchtbaar is gebleken. De inzichten die zij en degenen die hen navolgden, hebben verworven, vinden we vandaag de dag nog overal ter wereld in de schoolboeken terug; dat kan niet worden gezegd van de resultaten van hun voorgangers. Degenen die de klassieke natuurwetenschap als exemplarisch naar voren schuiven, gaan er gewoonlijk van uit dat dit succes voortspuit uit de *methode* die de genoemde onderzoekers hebben gebruikt. Men doelt dan op de koppeling van wiskundige beschouwingswijzen en de experimenterende stijl van onderzoek.

In de zeventiende eeuw verschijnen er allerlei nieuwe wetenschappelijke instrumenten (bijvoorbeeld de barometer, de telescoop, de microscoop en de thermometer) en ook de wiskundige kennis neemt in deze periode snel toe: de analytische meetkunde wordt ontwikkeld door Descartes; Leibniz en Newton introduceren wat we tegenwoordig de differentiaalrekening noemen. We vinden in dezelfde tijd belangrijke veranderingen binnen de filosofie en in verschillende landen ontstaan wetenschappelijke genootschappen: in Engeland bijvoorbeeld de beroemde Royal Society, die in 1662 werd opgericht. De boekdrukkunst maakt een veel ruimere verspreiding van wetenschappelijke inzichten mogelijk. Er ontstaan bovendien nieuwe manieren om wetenschappelijke bevindingen te rapporteren. De stijl die tot op de dag van vandaag kenmerkend is voor veel wetenschappelijke publikaties, met haar nadruk op gedetailleerde, liefst kwantitatieve resultaten, een kale, onpersoonlijke schrijfstijl en het expliciet opsommen van de stappen die tot de beschreven bevindingen hebben geleid, wordt in deze tijd geboren. Wanneer het vooral de koppeling van wiskundige en experimentele methoden is die maakt dat de natuurwetenschap van na de zeventiende eeuw een andere is dan die van vóór die tijd, wordt deze vernieuwing

dus op zijn minst door allerlei andere innovaties begeleid.

De koppeling van experimenteel werk en wiskundige beschouwing had niet tot stand kunnen komen wanneer zich omstreeks de zestiende eeuw niet allerlei sociale veranderingen in Europa hadden voorgedaan. De wetenschapsfilosoof en socioloog Zisel die deze stelling voor zijn rekening neemt, schrijft dat voor de ontwikkeling van de natuurwetenschap in de ‘nieuwe tijd’ twee sociale groeperingen van belang zijn geweest. In de eerste plaats de universiteitsgeleerden en de humanisten die op de hoogte waren van de middeleeuwse scholastische traditie en geschoold waren in de klassieken, maar die geen oog hadden voor techniek en het gewone handwerk verachtten. De tweede groep die van belang is, werd gevormd door handwerkslieden en kunstenaars die weliswaar meestal analfabeet waren, maar door hun dagelijkse arbeid een zekere praktische kennis hadden opgebouwd. Vooral de beoefenaars van de wat meer veredelde beroepen (artsen, architecten, bouwers van muziek-, nautische en astronomische instrumenten en dergelijke) zijn daarbij van belang. Deze beide groeperingen zijn echter lange tijd door sociale barrières gescheiden geweest. Daarmee ging een scheiding gepaard op cognitief niveau: aan de ene kant vinden we de logische en mathematische kennis die door de geleerden werd gedragen, aan de andere kant de experimentele vaardigheid en de kennis van kwantitatieve methoden, waarover de handwerkslieden en kunstenaars beschikten. Zisel betoogt nu dat de sociale en cognitieve scheiding tussen handwerkslieden en geleerden omstreeks 1600 is doorbroken. De genoemde handwerkslieden en kunstenaars komen dan in contact met de universiteitsgeleerden en humanisten. Daardoor ontstaat een soort fusie van kennis: de hogere sociale lagen brengen de logica, de geleerdheid, de theoretische interesse in; de lagere sociale groepen de zin voor causaliteit, het experiment, de meting en de kwantitatieve handelingsvoorschriften die in zekere zin beschouwd kunnen worden als de voorlopers van de wetenschappelijke wetten. We vinden de sporen van deze fusie, zo merkt Zisel op, terug in de *Discorsi*, een boek van Galilei dat in 1638 verscheen: het overgrote deel van de wiskunde wordt daarin in het Latijn behandeld, dus in de geleerdentaal; de experimenten worden in de volkstaal, het Italiaans, beschreven.

Al snel zal wel blijken dat deze gedachtengang wat al te eenvoudig is en hooguit als een tamelijk grove benadering kan worden beschouwd. Desalniettemin heeft zij interessante implicaties. Eén daarvan is dat zij een verklaring levert voor het opmerkelijke gegeven dat in andere beschavingen geen moderne wetenschap is ontstaan. In China, bijvoorbeeld, waren interesse in de natuur, praktische vaardigheden, experimentele methoden en allerlei andere ingrediënten van de klassieke natuurwetenschap beslist aanwezig. Er waren Chinese geleerden die zich, net als hun middeleeuwse Europese collega's, bezighielden met

het voorspellen van maansverduisteringen en met de problemen die het opstellen van een kalender met zich brengt. De agrarisch-bureaucratische cultuur in China heeft echter barrières opgeworpen die in de Europese mercantilistische cultuur werden geslecht. In China, zo kan men op grond van Zilsels stelling concluderen, heeft zich geen wetenschap ontwikkeld, omdat de maatschappelijke structuur niet toeliet dat de daarvoor noodzakelijke fusie van kennis plaatsvond.

Voor de ontwikkeling van de klassieke natuurwetenschap is de inbreng van allerlei praktische elementen van groot belang geweest. Toch zou het een vergissing zijn te denken dat in de zeventiende eeuw wetenschap uitsluitend of zelfs maar in de eerste plaats beoefend werd om antwoord te krijgen op praktische vragen. Galilei en Newton hebben zich beslist ook met zulke problemen beziggehouden, maar het werk waardoor zij beroemd zijn geworden, heeft daar niet veel mee uit te staan. Dat werk heeft een nogal esoterisch karakter en hoort thuis in een lange filosofische traditie. Een sleutel voor het succes van Galilei en Newton bestaat in zekere zin, zoals we nog zullen zien, juist in het afscheid nemen van alledaagse voorstellingen van zaken en het ligt niet erg voor de hand te veronderstellen dat dit wordt gestimuleerd wanneer je uitsluitend voor praktische, alledaagse zaken belangstelling hebt. Bij anderen, bijvoorbeeld de alchimisten, is de scheiding tussen theoretische en praktische interesse minder duidelijk en soms vallen deze ook samen. Zo is er rond 1650 uitvoerig nagedacht over pompen, wat op den duur zeker zijn vruchten heeft afgeworpen voor de mijn- en waterbouw. De aandacht voor dit onderwerp komt echter voort uit een andere bron: enerzijds pure nieuwsgierigheid naar wat er gebeurt als lucht wordt weggepompt, anderzijds filosofische discussies die werden opgeworpen door de fysica van Aristoteles, volgens welke een vacuüm niet zou kunnen bestaan.

De problemen waarmee Galilei en Newton zich bezighouden, vormen het produkt van een lange, intellectuele ontwikkeling, die de Nederlandse wetenschapshistoricus Dijksterhuis heeft omschreven als de 'mechanisering van het wereldbeeld'. Die ontwikkeling vond haar aanvang al in het werk van Aristoteles; de *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, waarin Newton in 1687 de mechanica op schrift stelt die zijn naam kreeg, markeert het eindpunt ervan. Dat Dijksterhuis in zijn karakterisering van de betreffende ontwikkeling het woord 'wereldbeeld' gebruikt, duidt al aan dat het hier om meer gaat dan het ontstaan van een of andere theorie. Het gehele natuurbeeld is in de overgang van antieke (aristotelische) naar klassieke (newtoniaanse) natuurwetenschap veranderd; er is een nieuwe 'kosmos' ontstaan. In plaats van de beschrijving van de ervaring met alledaagse begrippen is een beschrijving van de natuur gekomen in termen van theoretische constructies die niet direct naar ervaring verwijzen en die noch *rechtstreeks* door alledaagse ervaring bevestigd, noch ontkend kunnen worden. De 'mechanisering van het

wereldbeeld' houdt in dat men de natuur gaat beschrijven met behulp van de mathematische begrippen van de klassieke mechanica, dus met behulp van abstracte begrippen als massa, kracht en impuls. Maar niet alleen in het gebruik van zulke begrippen verschilt de wetenschap van Newton van die van Aristoteles. Ook de structuur van de kennis en de taken die beide zich stellen, verschillen.

Aristoteles is vermoedelijk de eerste geweest die in de fysica een apart onderwerp van studie ziet, wèl te onderscheiden van filosofie, ethiek of politiek. De invloed van deze filosoof kan men moeilijk overschatten. Tot het einde van de Middeleeuwen vormt zijn werk het beslissende gezag in filosofische en natuurwetenschappelijke kwesties. Behalve een 'externe' reden – namelijk het annexeren van het aristotelische denken door de christelijke (katholieke) kerk – zijn er zeker twee redenen van 'interne' aard aan te wijzen voor de lange duur van de periode waarin Aristoteles op intellectueel gebied de heersende autoriteit was. In de eerste plaats is zijn werk van een ijzeren systematiek doortrokken, waardoor het moeilijk is het in onderdelen te kritiseren; men aanvaardt het als geheel, of men aanvaardt het niet. De tweede reden is dat de wetenschappelijke inzichten die Aristoteles geeft, veel sterker dan bij de latere natuurwetenschap het geval is, in directe overeenstemming zijn met de *alledaagse* ervaring.

De fysica zou zich volgens Aristoteles moeten richten op de algemene verschijningsvormen ofwel principes van natuurlijke – dat wil voor Aristoteles zeggen: niet door mensen voortgebrachte – zaken. Hij stelt zware eisen aan wat als zo'n algemeen principe kan optreden. Twee daarvan verdienen vermelding: ten eerste de eis dat het principe waar is en ten tweede dat het beter bekend is dan de conclusies die eruit worden afgeleid. Waarom stelt Aristoteles deze eisen? Een analogie kan dat duidelijk maken. We kunnen namelijk een vergelijking maken met het zoeken van een argument voor een of andere bewering. De bewering die we willen verdedigen, komt daarbij overeen met de te verklaren waarneming; het argument correspondeert met het principe dat de verklaring moet leveren. Zoals we nu van argumenten die een bewering moeten steunen, eisen dat zij waar en ons beter bekend zijn dan de te verdedigen bewering, zo eist Aristoteles ook van de principes die een verklaring moeten leveren voor een waargenomen verschijnsel, dat zij waar en beter bekend zijn. Een *verklaring* levert degene die de reden noemt van een verschijnsel, die een antwoord weet op de vraag *waarom* dat verschijnsel optrad. We begrijpen een bewering, wanneer we de argumenten kennen die deze bewering ondersteunen; zo begrijpen we volgens Aristoteles een verschijnsel, wanneer we het principe kennen dat aan dat verschijnsel ten grondslag ligt.

Aristoteles ziet het als de taak van de wetenschap om het *onbekende* te verklaren uit wat reeds *bekend* is. Zijn notie van 'verklaren' komt wat dat

aangaat, overeen met ons alledaagse begrip. Wanneer iemand op de vraag waarom Piet zo'n vreemde jongen is erop wijst dat ook Piets vader een vreemde kerel is, wordt immers van dezelfde argumentatievorm gebruik gemaakt: iets wat vragen oproept (Piets gedrag) wordt verklaard door iets dat verondersteld wordt bekend te zijn (het gedrag van zijn vader). We zullen later zien dat in een belangrijke stijl binnen de moderne natuurwetenschap precies de omgekeerde weg gevolgd wordt: daar wordt het bekende verklaard door het onbekende (zie par. 2.3).

De veronderstelling dat de gewone, alledaagse waarneming in orde is en dus vertrouwd kan worden, vormt de hoeksteen van Aristoteles' wetenschapsleer. Wetenschap bedrijven is voor hem expliciet maken wat al in alledaagse kennis besloten ligt. Daarom beveelt hij onderzoek naar de betekenis van woorden aan en roept hij onderzoekers op om eerst na te gaan wat voorgangers over een verschijnsel hebben gezegd. In de alledaagse taal ligt al een schat van inzichten verborgen, meent hij. Vandaar dat je bij de aristotelische wetenschap ook eigenlijk niet kunt spreken van een verdieping van kennis, zoals daar in de moderne wetenschap wel sprake van is (zie hoofdstuk 2). Aristoteles doet onderzoek in een wereld die hij in hoofdlijnen al voor het alledaagse verstand bekend veronderstelt. De moderne wetenschappelijk onderzoeker bewandelt een andere weg: die probeert 'nieuwe werelden' te ontdekken die niet voor de gewone zintuigen toegankelijk zijn; het onderzoek naar atomen en andere elementaire deeltjes geeft daarvan natuurlijk een mooie illustratie.

Wetenschappelijke kennis bestaat in de aristotelische opvatting uit een logisch geordend geheel van uitspraken. De hoogste, meest algemene principes zijn voor iedere wetenschap geldig, bijvoorbeeld het principe van het uitgesloten derde (iets is a of niet-a, een derde mogelijkheid is er niet). Eén niveau lager vinden we de principes die specifiek zijn voor een bepaalde wetenschap. De waarheid ervan moet intuïtief kunnen worden ingezien. Voor de fysica van het 'ondermaanse', die hij nauwkeurig onderscheidt van die van de hemelse sferen, denkt Aristoteles ondermeer aan de volgende principes:

- 1 alle beweging is hetzij natuurlijk, hetzij gedwongen;
- 2 alle natuurlijke beweging is beweging naar een natuurlijke plaats;
- 3 alle gedwongen beweging vereist de voortdurende werking van een beweger.

Het eerstgenoemde principe zal nauwelijks verwondering wekken; het derde kan iedereen bevestigen die weleens een kar heeft voortgeduwd. Het tweede vereist iets meer toelichting en zal al snel opmerkelijke consequenties blijken te hebben.

Aristoteles gaat ervan uit dat elk natuurlijk lichaam een eigen plaats in de wereld heeft en dat er voor elk lichaam een plaats is. Ieder lichaam streeft ernaar die eigen, 'natuurlijke' plaats in te nemen en wel zo snel

als het medium waarin het zich bevindt, het toelaat. Het zijn dus niet, zoals in de moderne opvatting, de relaties tot andere dingen die de lotgevallen van natuurlijke lichamen bepalen, maar hun eigen aard, hun natuur. Zware lichamen hebben een plaats dicht bij het centrum van de aarde, lichte hebben een plaats verder ervan af. Van hun plaats gebracht, zullen lichamen de neiging hebben om weer hun natuurlijke plaats op te zoeken. Zware lichamen vallen dus, lichte stijgen op. Nog eens blijkt hier wat Aristoteles voortdurend doet: generaliseren vanuit alledaagse ervaringen. Natuurlijk vallen zware lichamen en stijgen lichte op! We zouden immers wel heel verrast opkijken, wanneer we de vlam boven in plaats van onder de pan zouden moeten aansteken.

Uit zijn theorie van de natuurlijke beweging trekt Aristoteles een conclusie met betrekking tot het vacuüm die in de zeventiende eeuw tot felle discussies zal leiden. Hij redeneert als volgt. Ieder lichaam streeft ernaar zo snel als het medium waarin het zich bevindt dat toelaat, zijn natuurlijke plaats weer in te nemen. Daaruit volgt dat het vacuüm niet bestaat. In een lege ruimte zouden lichamen zich immers, omdat zij geen weerstand ondervinden, met oneindige snelheid voortbewegen en dat vindt Aristoteles (net als trouwens de hedendaagse fysicus) een absurde gedachte. Lege ruimte, vacuüm, past niet in de aristotelische kosmos, er is letterlijk geen plaats voor. Maar dan hoort de geometrie, de wetenschap die over lege ruimte handelt, ook niet thuis in de wetenschap die met de reële, fysische ruimte van doen heeft, zo concludeert Aristoteles vervolgens. Dat de aristotelische fysica geen mathematische fysica was, is dus geen toeval en evenmin te wijten aan nalatigheid. Aristoteles had ingenieuze argumenten waaruit voor hem zonneklaar bleek dat de wiskunde niet met de natuurwetenschap mag worden vermengd.

Aristoteles ziet, evenals voor de wiskunde, ook geen rol voor het experiment. Experimenteren, het manipuleren van materie met het oogmerk langs deze weg de natuur haar geheimen te ontfutselen, is – als het ons om kennisverwerving te doen is – voor hem een zinloze bezigheid. Volgens Aristoteles bepalen immers niet de relaties tot andere dingen wat er gebeurt, maar wordt het lot van een stoffelijk lichaam bepaald door de eigen aard, de kwaliteiten van dat lichaam. Het willens en wetens veranderen van relaties tussen dingen in een experiment zal ons dan ook wat Aristoteles betreft geen kennis van de natuur leveren. Wat door fysici vanaf de zeventiende eeuw met behulp van apparaten in experimenten wordt geproduceerd, zijn volgens de volgelingen van Aristoteles dan ook geen natuurfeiten maar artefacten. ‘Experimentele resultaten’ vallen eenvoudig buiten het domein waarover de aristotelische fysica spreekt. Het is dan ook onredelijk om van een aristoteliaan te verwachten dat hij zich door experimentele resultaten van zijn ongelijk laat overtuigen.

Het is uiteindelijk vooral Galilei geweest die deze denkwereld met suc-

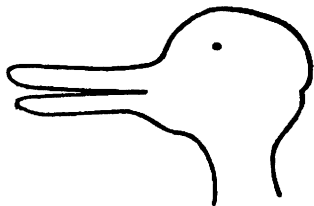
ces heeft bestreden. Dat is echter geen kwestie geweest van het uitvoeren van een experiment of van simpelweg beter waarnemen. Om de fysica te mathematiseren en het experiment een plaats te geven, moest Galilei het aristotelische wereldbeeld afbreken en er een nieuw wereldbeeld voor in de plaats stellen.

In de *Dialogen betreffende de twee voornaamste wereldsystemen* (1632) doet Galilei deze voor de ontwikkeling van de moderne wetenschap beslissende stap. Hij betoogt dat in de fysica een belangrijke rol is weggelegd voor de wiskunde. Of, zoals Galilei het uitdrukt: het boek der natuur is geschreven in de taal van de wiskunde en wie dat boek wil leren kennen, moet zich eerst die taal eigen maken. Het zal nog heel wat uitwerking kosten voor de ‘koppeling van experimentele en mathematische methoden’ die de klassieke natuurwetenschap kenmerkt, gemeengoed is en Galilei is ook beslist niet zonder voorgangers, maar hier wordt toch een beslissende schakel aangebracht.

In de *Dialogen* treedt een drietal personen op: Simplicio, een aanhanger van het aristotelische wereldbeeld, Salviati, die voor Galilei spreekt, en Sagredo, de ‘verstandige leek’, die op beslissende momenten – uiteraard – voor Salviati kiest. Dit drietal levert natuurfilosofische verhandelingen, een dialoog over de mechanica en beschouwingen over de wetenschappelijke methode. De argumentatie vindt vaak tegelijkertijd op verschillende niveaus plaats. Het boek van Galilei als geheel is daardoor expressief als een kunstwerk en wie het wil navertellen of in onderdelen uiteen wil leggen, blijft zitten met iets van wezenlijk minder kwaliteit. Aan het slot ervan kan Galilei echter de winst uittellen: Simplicio, de aristotelicus, moet toegeven dat ‘de natuur bestuderen zonder gebruik te maken van de wiskunde onmogelijk is’.

In de *Dialogen* leert Galilei zijn lezers met andere ogen naar de natuur te kijken. Het begrip ‘beweging’, bijvoorbeeld, krijgt een nieuwe inhoud. Aristoteles denkt bij dat begrip aan voorbeelden als paard en wagen, aan biologische groei, aan ontstaan en verval, aan verandering van kleur en temperatuur, aan het vallen van zware lichamen. Sommige van deze veranderingen noemen we nu kwantitatief, andere kwalitatief, maar voor Aristoteles vormen zij één klasse. Steeds gaat het volgens hem om het nastreven van een doel, om de actualisatie van een potentie: het eikeltje heeft ‘in’ zich dat het uitgroeit tot een eik, het vallende lichaam heeft ‘in’ zich dat het naar zijn natuurlijke plaats streeft. De *teleologische* beschouwingwijze die natuurlijke processen verklaart in termen van de functie die zij vervullen of het doel dat zij nastreven (*telos* = doel), draagt Aristoteles van de biologie over naar de andere delen van de natuurwetenschappen. Galilei daarentegen, denkt bij ‘beweging’ nog louter aan verplaatsing in de tijd; over doelen die worden nagestreefd, hoeft hij het niet meer te hebben en hij kan een zuiver kwantitatieve representatie geven, wat Aristoteles – nog afgezien van zijn eerdergenoemde, princi-

piële, redenen om er niet eens naar te zoeken – nimmer zou zijn gelukt. Het bewegingsbegrip waarmee de fysica werkt, wordt door Galilei dus ingeperkt, op maat gesneden voor een nieuw soort, namelijk kwantitatieve, behandeling en losgerukt uit de filosofische context van potentie en actualisatie waarin het bij Aristoteles stond.



Figuur 1

beeld naar figuur 1 die als konijn of als eend kan worden gezien. Wat Galilei als het ware doet, is tegenover degenen die steeds een konijn zagen, betogen dat er een eend is afgebeeld. Waar Aristoteles in een steen die valt, de actualisatie van een potentie ziet, een kwalitatieve verandering dus, betoogt Galilei dat van een verandering in de relatieve positie van de steen ten opzichte van de aarde sprake is, iets wat in kwantitatieve termen beschreven kan worden.

Galilei mathematiseert het begrip 'beweging'; Newton doet later hetzelfde met betrekking tot het begrip 'massa'. Beiden putten uit oude tradities. Newton staat bijvoorbeeld onder invloed van corpusculaire filosofieën die teruggaan op Democritos. Tezamen hebben zij het wereldbeeld veranderd, de aristotelische 'common sense'-fysica vervangen door een natuurkunde waarin de verschijnselen worden beschreven in wiskundige termen. Wat wij gewoon zijn 'de wetenschappelijke revolutie' te noemen, bestaat in de eerste plaats uit deze verschuiving; de wetenschappelijke revolutie is, simpel gezegd, het verwerven van een nieuw 'denkraam' geweest.

De wetenschappelijke revolutie heeft echter ook een andere kant. Die ontdekken we, wanneer we ons afvragen welke onderwerpen uit de achttiende-eeuwse natuurkunde daar in de antieke oudheid ook al toe behoorden. De lijst is betrekkelijk kort. De astronomie is de oudste en ook meest ontwikkelde tak; later worden er de geometrische optica, de statica en de hydrostatica aan toegevoegd. Onderwerpen als elektriciteit en warmte worden echter door antieke fysici, zoals Aristoteles, Ptolemaeus of Archimedes, niet bestudeerd.

Dat de lijst van te bestuderen onderwerpen in de loop van de zeventiende eeuw aanmerkelijk wordt uitgebreid, is in belangrijke mate toe te schrijven aan de invloed van één man: Francis Bacon. Hij was het die de fysici opriep de natuur te onderzoeken onder omstandigheden waaronder zij zich gewoonlijk niet voordoet, met als argument dat 'je de leeuw

Galilei zet vertrouwde verschijnselen in een nieuw licht; deze veranderen daardoor van karakter. Wat zich bij de lezer van de *Dialogen* afspeelt, kunnen we vergelijken met een fenomeen dat in de psychologie wordt bestudeerd en daar bekend staat als 'Gestalt-switch'. Kijk bijvoorbeeld

aan zijn staart moet trekken om zijn ware aard te leren kennen'. De experimentator moet de natuur in toestanden brengen waarin zij normaal niet verkeert. Zoals de geoloog naar breukvlakken zoekt, omdat daar lagen aan de oppervlakte komen die elders onder het oppervlak van de aarde verborgen blijven, zo moet volgens Bacon ook de fysicus te werk gaan. Hij moet 'breukvlakken' produceren; in experimentele situaties komen immers zaken aan het licht die normaal onder de oppervlakte der verschijnselen verscholen zijn.

Een van de direct zichtbare effecten van de verspreiding van Bacons filosofie vormt het al eerder vermelde grote aantal nieuwe instrumenten en toestellen dat in de zeventiende eeuw is ontwikkeld. Er komen detectors om elektrische lading te meten en ook warmteverschijnselen kunnen experimenteel worden onderzocht doordat de thermometer beschikbaar komt. Veel theorie heeft men aanvankelijk nog niet ter beschikking en het zal tot in de tweede helft van de negentiende eeuw duren, voordat over elektriciteit en magnetisme een fysische theorie in mathematische vorm wordt geformuleerd. Maar ook zonder goede theorieën is er wetenschappelijk werk te doen en soms kunnen theorieën die later worden verworpen, tot interessante experimenten leiden. De ontdekkers van de Leidse fles, bijvoorbeeld, dachten dat elektriciteit een soort vloeistof was. Ze vroegen zich vervolgens af of deze niet kon worden gebotteld. Zo construeerden zij de eerste condensator. Hun theorie is al lang verlaten, maar hun houding is gelijk aan die van de moderne onderzoeker: met de gewone, alledaagse vorm waarin elektriciteit beschikbaar is, waren zij niet tevreden; wie elektriciteit kan opslaan, kan meer doen dan de natuur ons biedt.

Zo zien we dat in de zeventiende eeuw feitelijk twee tradities in de natuurwetenschappen ontstaan die onderling verschillen in onderwerp en in manier van werken. In de eerste plaats ontstaat een 'mathematische' traditie, waartoe Galilei behoort en de Newton van de *Principia*. In deze traditie bestudeert men verschijnselen die doorgaans zonder al te grote ingrepen kunnen worden waargenomen: de valbeweging, veranderingen aan de sterrenhemel en dergelijke. Experimenten voert men wel uit, maar gewoonlijk in de eerste plaats om reeds verworven inzichten te demonstreren. Met andere woorden: het experiment is in deze traditie een middel ter *rechtvaardiging* van kennis. De natuurverschijnselen die men bestudeert, worden in wiskundige vorm beschreven; dat is het kenmerkende van deze stroming.

De tweede traditie die we kunnen onderscheiden, is de empiristische, ook wel 'experimenterende' of 'Baconiaanse' traditie genoemd. Het experiment wordt hier niet als middel ter rechtvaardiging van kennis gebruikt, maar als *ontdekkingsmiddel*. Gedachtenexperimenten, die sommigen uit de 'mathematische' traditie nog wel eens willen bieden, zijn hier uit den boze. Boyle bijvoorbeeld, die geheel in de 'Baconiaanse' tra-

ditie staat, vermeldt dan ook soms de namen van aanwezige getuigen om duidelijk te maken dat hij, in tegenstelling tot bijvoorbeeld Pascal, de experimenten die hij heeft beschreven, wel degelijk heeft uitgevoerd. Af en toe levert hij er zelfs hun adelsbrieven bij. De wiskunde speelt in de ‘Baconiaanse’ traditie een minder grote rol dan in de ‘mathematische’.

Ondanks de verschillen die er tussen beide tradities onmiskenbaar bestaan, kan er ook op een gemeenschappelijk kenmerk gewezen worden. *In beide tradities wordt afscheid genomen van de alledaagse voorstellingen van de natuurlijke wereld.* Na de zeventiende eeuw is de natuurwetenschap, in tegenstelling dus tot de aristotelische fysica, niet meer geworteld in de common sense. De ‘Baconianen’ voeren nieuwe onderwerpen aan en zijn er uitdrukkelijk op uit het ervaringsgebied uit te breiden. Onderwerpen die Aristoteles niet tot het domein van de fysica rekende, horen daar nu wel bij: ook ‘kunstmatige’, in experimenten voortgebrachte, fenomenen gaan tot de ‘natuur’ behoren die men onderzoekt. De onderzoekers uit de ‘mathematische’ traditie keren zich op een andere manier van de common sense af. Zij nemen niet langer genoegen met de behandeling van de ervaring in alledaagse taal: het boek der natuur is in wiskundige symbolen geschreven en moet dan ook in die taal worden verstaan.

Door dit afscheid van de common sense dient zich uiteraard een *kennistheoretisch* probleem aan. Op grond waarvan kan men de bewering stellen dat de kennis die men met artificiële middelen, zoals experimenten en wiskunde, vergaart, betrouwbaarder is en de waarheid beter benadert dan de kennis die met alledaagse middelen is verworven? De nieuwe natuurwetenschap vraagt om een nieuwe wetenschapsfilosofie. Hoe kan de pretentie van de nieuwe wetenschap dat zij de wereld in kaart brengt, dat zij toegang tot de feiten heeft en de relaties tussen verschijnselen op een correcte manier weergeeft, worden waargemaakt? Hoe valt de aanspraak op waarheid die de nieuwe wetenschap maakt, te rechtvaardigen?

Tot ver in de twintigste eeuw wordt deze vraag vrijwel steeds volgens eenzelfde stramien beantwoord. Men betoogt dat wetenschappelijke kennis *gefundeerde* kennis is. Wat daaronder moet worden verstaan, wordt in de eerste plaats aan de wiskunde, en in het bijzonder de euclidische meetkunde, ontleend. Die bestaat uit een geheel van *proposities* die voor ieder die de moeite wil nemen, *bewijsbaar* terug te voeren zijn op een *zekere* basis van onbetwifelbare axioma’s. Dit is het ideaal waarnaar men zich richt, al zullen velen – met name de onderzoekers uit de experimenterende traditie – toegeven dat bescheidenheid past: in plaats van zich te baseren op evident onbetwifelbare axioma’s, wordt het fundament van de empirische natuurwetenschap gezocht in zintuiglijke ervaring. In plaats van direct definitieve waarheden te kunnen bereiken, moet de nieuwe wetenschap daarom worden opgebouwd langs de weg van het formuleren van *corrigeerbare hypothesen*. Zelfbewust verklaart men

dat dit geen blijk is van een betreurenswaardig tekort, maar een teken van verstandige bescheidenheid. Door te zorgen dat de *bron* van kennis *zuiver* is en de *middelen* waarmee de verworven informatie wordt verwerkt, *onberispelijk* zijn, zou men ook in de empirische natuurwetenschap stap voor stap een geheel van proposities kunnen opbouwen dat er aanspraak op mag maken gefundeerde, ware, kennis te zijn.

De bron van kennis, ervaring, moet zuiver zijn en moet daarom van subjectieve invloeden gereinigd worden. In de wetenschap zijn we immers geïnteresseerd in informatie over het object van onderzoek, niet in de vooroordelen van de onderzoeker, het kennend subject. Een aantal maatregelen helpt om eventuele subjectieve invloeden weg te filteren. In de eerste plaats dient de ervaring publiek toegankelijk en meer in het bijzonder *reproduceerbaar* te zijn. De manier waarop zij verworven wordt – de gebruikte methode van onderzoek – moet daarom expliciet gemaakt worden. Bevindingen dienen bovendien in een zo exact mogelijke vorm te worden gepresenteerd, bij voorkeur in kwantitatieve vorm. Een wetenschappelijk onderzoeker moet als het ware bereid zijn anderen over zijn schouder mee te laten kijken. Wie van de resultaten van onderzoek kennisneemt, moet in beginsel zelf dezelfde resultaten kunnen produceren.

Bij de verwerking van ervaringen moeten we ervoor zorgen dat uit ware premissen ware conclusies worden afgeleid. De ‘onberispelijke middelen’ die we zoeken, worden daarom geleverd door logica en wiskunde, inclusief de statistiek. De stijl van rapporteren moet zodanig zijn, dat vaagheden en ambiguïteiten zoveel mogelijk worden vermeden. We eisen daarom van onderzoekers dat zij ‘literaire’ effecten nalaten: zij dienen kaal en tegelijkertijd gedetailleerd te rapporteren – aan schrijvers bestaat in de wetenschap geen behoefte. Ook de wetenschappelijke discussies moeten erop gericht zijn zuiverheid te bevorderen. *Ad hominem* argumenten zijn uit den boze; het gaat ons tenslotte om de zaak, niet om de persoon. Wetenschap vereist ascese, beheersing van emoties.

Dit gedachtengoed krijgt in de zeventiende en achttiende eeuw gaandeweg vorm. We vinden het nog altijd terug in het onderwijs op het terrein van methoden en technieken, met zijn expliciete aandacht voor meetinstrumenten, statistische dataverwerking en methodologisch zuivere argumentatie. Het heeft daarnaast ook zijn neerslag gevonden in de specifieke stijl waarin wetenschappelijke artikelen geschreven moeten worden, en in de omgangsvormen in wetenschappelijke kring. Zulke omgangsvormen worden geregeld door de normen en waarden van het wetenschapsbedrijf. Deze zouden de sociale basis leggen voor de productie van wetenschappelijke kennis. Waar zij gerespecteerd worden, zal men kunnen bijdragen aan de groei van kennis, dat wil zeggen aan het gaandeweg in kaart brengen van de wereld. Eenmaal over een betrouwbare kaart beschikkend, kunnen we deze vervolgens gebruiken om onze

weg te vinden: om te bepalen hoe bepaalde effecten tot stand kunnen worden gebracht.

Wie goed waarneemt, wie zijn geest vrijmaakt van vooroordelen en slechte filosofie en wie zich vervolgens slechts van wiskundige en logische middelen bedient om de opgedane kennis te generaliseren, mòet wel objectieve kennis voortbrengen, zo redeneren de meeste filosofen die zich vanaf de achttiende eeuw over wetenschap buigen. Er wordt immers geput uit een *zuivere bron* en de gegevens worden met *onberispelijke middelen* verwerkt. Dat er nog iets misgaat, is dan onmogelijk: subjectieve elementen die de objectiviteit van de kennis in gevaar zouden kunnen brengen, zijn immers systematisch buitengesloten. Wie de juiste methode volgt, zal kennis voortbrengen die de feiten correct *representeert*.

Een van degenen die zo redeneren, is Newton. ‘In experimental philosophy (d.i. natuurwetenschap) we are to look upon propositions inferred by general induction from phenomena as accurately or very nearly true, notwithstanding any contrary hypotheses that may be imagined, till such time as other phenomena occur, by which they may be either be made more accurate, or liable to exceptions’, schreef hij in de *Principia*. Een betere pleitbezorger was nauwelijks denkbaar.

De vanzelfsprekendheid die deze manier van redeneren lange tijd heeft gehad, wordt, zo zullen we in paragraaf 1.5 nog zien, aan het begin van de twintigste eeuw ondermijnd. Het is vooral de ontwikkeling van de wetenschappelijke kennis zelf die daarvoor verantwoordelijk is. Wanneer Newtons mechanica en gravitatie theorie vervangen worden door de relativiteitstheorie, wordt onderkend dat het ook tijd is om de wetenschapsfilosofie te herzien.

1.3

Het ontstaan van de sociale wetenschappen

De wetenschappelijke revolutie voltrekt zich in de eerste plaats op het terrein van de natuurkunde. Zij zal daarna gaandeweg haar beslag krijgen in de andere wetenschappen. Ook in de biologie bijvoorbeeld, doen mechanistische beschouwingswijzen hun intrede en verlaat men op den duur het teleologisch denken. Maar voor wat men tegenwoordig de ‘sociale wetenschappen’ noemt, is de wetenschappelijke revolutie van niet minder groot belang geweest. Wanneer men in de negentiende eeuw het menselijk gedrag en menselijke samenlevingen expliciet langs wetenschappelijke weg wil gaan bestuderen, zijn er velen die menen dat dit vanzelfsprekend moet gebeuren volgens de methode die in de natuurwetenschappen zo succesvol is gebleken. Het omgekeerde wordt echter ook betoogd. Er zijn nogal wat schrijvers die de stelling verdedigen dat een analyse van de in de natuurwetenschappen gebruikte methode leert dat deze juist *niet* geschikt is voor de studie van mens en samenleving.

In de geschriften van degenen die schrijven over het succes van de natuurwetenschappen en de grenzen van hun methode, treedt al snel een onderscheid naar voren dat nog steeds een bron vormt van grondslagenproblemen in de psychologie en de andere mens- en sociale wetenschappen: het onderscheid tussen lichaam en geest. De wortels van allerlei debatten die tot op de dag van vandaag binnen deze wetenschappen worden gevoerd, reiken tot in de wetenschappelijke revolutie. In de zeventiende eeuw zijn bakens uitgezet die in veel gevallen ook nu nog de koers bepalen.

Zo maakt Descartes in zijn opstellen over de methode van de natuurwetenschappen een onderscheid tussen twee soorten substanties. *Res extensa* omvat alles waaraan uitgebreidheid kan worden toegekend. Wat hiertoe behoort, kan volgens Descartes met behulp van de mechanistische natuurwetenschap worden bestudeerd. Hierbuiten vallen slechts mentale processen, zoals denken en pijn ervaren, die Descartes tot de andere substantie, *res cogitans*, rekent. De mens wordt dus door Descartes in twee compartimenten verdeeld: hij is lichaam, *res extensa*, en geest, *res cogitans*. Natuurlijk komt Descartes nu voor het probleem te staan hoe deze beide substanties zijn verbonden. Ieder die besluit een stap voorwaarts te doen en zijn plan vervolgens daadwerkelijk uitvoert, bewijst immers dat de geest het lichaam kan beïnvloeden; ook van de omgekeerde werking zijn eenvoudig voorbeelden te geven. Descartes beperkt zich ertoe de plaats aan te wijzen waar het betreffende contact volgens hem plaats zou vinden: in de pijnappelklier die onderin de hersenen ligt.

Descartes creëert met zijn onderscheid aanvankelijk meer problemen dan hij oplost, en al vrij snel worden er geschriften gepubliceerd die hetzij de ene dan wel de andere pool van zijn tweedeling voor alomvattend verklaren. In Frankrijk bijvoorbeeld, verschijnt *L'homme machine* van De La Mettrie waarin verschillen tussen enerzijds bewust-gewilde en anderzijds ongewilde, instinctmatige activiteiten van 'de menselijke machine' worden geduid als slechts een onderscheid in complexiteit. De mechanistische beschouwingwijze kan volgens De La Mettrie ook worden toegepast op het gebied dat Descartes daarvan uitsloot: de geest. Tegenover zulke materialistische pogingen staan de opvattingen van degenen die de andere kant van Descartes' tweedeling naar voren schuiven. Tot deze tweede groep behoort bisschop Berkeley. Deze vat zijn ideeën samen in wat hij aanduidt als 'the immaterialist hypothesis': alleen aan datgene wat wordt waargenomen of zelf waarneemt, kan het predicat 'bestaand' worden toegekend.

De ideeën die filosofen als Berkeley en De La Mettrie in de wijsgerige termen verwoorden, vinden we nog eeuwen later in verschillende vormen binnen de wetenschappen terug. Soms worden zij ook nu nog in ontologische termen geformuleerd, dat wil zeggen in termen van een

(filosofische) theorie over wat geacht kan worden te bestaan en niet te bestaan. Maar meestal beperkt men zich tegenwoordig tot kennistheoretische en methodologische beschouwingen. De centrale kwestie is dan de plaats die in een wetenschap kan worden toegekend aan andere typen verklaringen dan de verklaringen die in de natuurwetenschappen gangbaar geworden zijn. Kan iemands gedrag worden verklaard door een verwijzing naar zijn plannen, intenties of bewustzijnstoestand? Of houden we onszelf, door in *mentalistiche* termen over menselijk handelen te spreken en daarvoor *teleologische* en *intentionele* verklaringen te leveren, net zo voor de gek als de dokter die Molière ten tonele voerde, die het feit dat opium slaap opwekt, met een geleerd gezicht verklaarde door op het slaapopwekkende vermogen van die stof te wijzen?

In de twintigste eeuw worden deze vragen actueel door het *behaviorisme* dat de Amerikaanse psycholoog J.B. Watson in 1913 met zijn publicatie 'Psychology as the behaviorist views it' officieel ten doop houdt. Watson stelt voor het bewustzijn in de psychologie eenvoudig te negeren. Het onderwerp van deze discipline dient het gedrag te zijn dat zou moeten worden onderzocht in termen van stimulus (omgeving) en respons (gedragsverandering). In de wetenschap behoren verwijzingen naar bewustzijnstoestanden volgens Watson niet thuis.

In de tweede helft van de twintigste eeuw krijgen de discussies over dit onderwerp een nieuwe impuls, namelijk door ontwikkelingen in de cognitieve psychologie en vooral door het gebruik van een aan de computer ontleende metafoer. Waarom zouden we het gedrag van een rekenmachine of van een schakcomputer wèl in termen van intern gerepresenteerde programma's en doelgerichte strategieën mogen verklaren, maar niet hetzelfde kunnen doen wanneer het om menselijk gedrag gaat? De belangstelling voor intentionele en teleologische verklaringen van gedrag groeit weer. Men gaat er niet meer bij voorbaat van uit dat zulke verklaringen leeg zijn en wetenschappelijk onbruikbaar, wanneer zij niet volledig in termen van het in de natuurwetenschappen gebruikelijke, zogenaamde causale of hypothetisch-deductieve verklaringsmodel (vergelijk hoofdstuk 2) kunnen worden geherformuleerd.

Op de achtergrond van deze discussies over verklaringstypen binnen de psychologie staan dus belangrijke filosofische problemen. Dat vormt ongetwijfeld een van de redenen waarom de debatten over de methoden van de sociale wetenschappen, ondanks al het wetenschappelijk werk dat inmiddels is verricht, drie eeuwen na Descartes nog steeds niet zijn uitgewoed. In het geding is het mensbeeld dat aan de sociale wetenschappen ten grondslag ligt, en daarmee verband houdende, ondermeer ethische, kwesties. Met de reikwijdte van de natuurwetenschappelijke methode zijn problemen als die van vrijheid en determinisme in het geding, en vraagstukken over de autonomie van mensen en de mate waarin zij voor hun handelen verantwoordelijk kunnen worden gesteld.

Natuurlijk is er lang voordat er van een wetenschappelijke revolutie sprake was, al uitvoerig nagedacht en geschreven over mensen en over de sociale en politieke verbanden waarin zij leven. We kunnen daarbij aan de geschriften van filosofen en theologen denken, maar mogen daarnaast het werk van staatslieden, toneelschrijvers en degenen die zich hebben beziggehouden met het recht, niet vergeten. Ook moeten we bedenken dat het gewone, alledaagse verstand altijd al over heel wat kennis op dit terrein beschikt. Sociaal verkeer eist van de betrokkenen immers enig inzicht in wat zij van zichzelf en van elkaar kunnen verwachten. Hoewel de aard en de complexiteit van de alledaagse sociale kennis in de loop der tijd zeker verandert, kunnen we ervan uitgaan dat een bepaald minimum altijd is vereist. Vanaf de zeventiende eeuw tekenden zich echter naast deze traditionele vormen van kennis van het sociale leven twee nieuwe tradities af die verwant zijn aan en ook duidelijk geïnspireerd worden door de beide tradities in de natuurwetenschappen: een ‘Baconiaanse’ en een ‘mathematische’ traditie. In de negentiende eeuw ontstaan, zoals we nog zullen zien, daarnaast nog nieuwe stromingen.

De ‘Baconiaans’ geïnspireerde traditie in de sociale wetenschappen staat lange tijd bekend onder de naam ‘politieke aritmetica’. John Graunts *Natural and political observations made upon the bills of mortality* uit 1662 vormt het eerste voorbeeld van onderzoek in deze stijl. In 1664 wordt het reeds gevolgd door een onderzoek van Colbert, die in deze periode belast is met het toezicht op de financiën van de Franse staat. De centralisatie van het bestuur die zich in deze tijd voltrekt, maakt het noodzakelijk een gedetailleerder en omvattender inzicht te krijgen in demografische ontwikkelingen dan voorheen. Ook het verzekeringswezen dat in deze tijd ontstaat, eist kwantitatieve bevolkingsgegevens. De bestaande, alledaagse inzichten over het sociale leven zijn niet langer toereikend. Huwelijks-, geboorten- en sterftcijfers worden verzameld. Hoe de regelmatigheden die men vindt, aanvankelijk worden geïnterpreteerd, laat zich aflezen aan de titel van een invloedrijk, in 1741 verschenen boek van de arts en geestelijke Johann Peter Süssmilch, *Die Göttliche Ordnung in der Veränderungen des menschlichen Geschlechts, aus der Geburt, dem Tode und der Fortpflanzung*. Wanneer men later ontdekt dat ook criminaliteit, armoede en het aantal zelfmoorden vergelijkbare regelmatigheden vertonen, wordt het duidelijk dat naar een andere verklaring moet worden gezocht. De econoom Adam Smith vervangt de invloed van God door die van een anonieme ‘invisible hand’; kort daarna wordt het gebruikelijk de gevonden regelmatigheden te interpreteren als kenmerken van een ‘sociale realiteit’ die een bestaan heeft buiten de individuele gedragingen en bedoelingen van mensen om.

Vanaf de tweede helft van de achttiende eeuw worden de statistische onderzoeken verbonden met reformistische ideeën; de onderwerpen

veranderen navenant. Er wordt onderzoek gedaan naar het leven in gevangenissen, naar prostitutie, en de eerste studies naar de omstandigheden waaronder de werkende bevolking moet leven, worden verricht. Zoals er eerder genootschappen ontstonden die zich bezighielden met technische en natuurwetenschappelijke onderwerpen, zo ontstaan er in het begin van de negentiende eeuw, vooral in Engeland, lokale statistische genootschappen die zich richten op het bestuderen van de gevolgen van de industrialisering, budgetonderzoekingen doen en studies verrichten naar de gezondheidstoestand van arbeiders. Ook in Frankrijk wordt dergelijk onderzoek verricht, evenals in Engeland buiten het universitaire systeem. Alleen in Duitsland zijn in de negentiende eeuw sociale onderzoekers aan universiteiten verbonden, als rechtsgeleerde of als econoom.

De academische vestiging van de sociale wetenschappen voltrekt zich aan het eind van de negentiende eeuw. In 1879 wordt door Wundt in Leipzig het eerste psychologisch laboratorium opgericht. Het eerste sociologisch instituut ontstaat in 1892 in Chicago. De staf wordt gevormd door een wonderlijk viertal. Het hoofd, Albion Small, is een baptistische dominee, evenals een van de andere stafleden die zich behalve met zijn werk als universiteitskapelaan binnen het sociologisch instituut bezighoudt met het onderwijs in de boekhoudkunde van liefdadigheidsinstellingen; een derde staflid is antropoloog; het vierde staflid kan het onderwijs in gezondheidsvraagstukken dat zij reeds gaf, bij het sociologisch instituut onderbrengen. Het eerste sociologisch instituut is al opgericht, terwijl de sociologie nog geboren moet worden.

Behalve de 'Baconiaanse' traditie in de sociale wetenschappen die in de loop der tijd nauw verbonden is met reformistische politiek, kan men ook een theoretische traditie aanwijzen, een pendant van de 'mathematische' traditie in de natuurwetenschappen. Hobbes vormt daarvan een eerste representant.

Hobbes is vooral bekend door zijn *Leviathan*, een geschrift dat in 1651 verscheen. Volgens zijn theorie vormt een contract, een systeem van juridische regels, de basis van de samenleving. Om deze conclusie te trekken, schildert Hobbes eerst als contrast een hypothetische natuurlijke toestand waarin geen centraal gezag aanwezig is. In deze ordelose toestand woedt een oorlog van allen tegen allen; de mens is een wolf voor zijn naaste en het leven is 'solitary, poor, nasty, brutish and short'. Dat is strijdig met het ingeboren streven naar zelfbehoud. Hobbes betoogt nu dat het probleem wordt opgelost, wanneer iedereen afstand doet van een deel van zijn macht: men kan dan onderling een maatschappelijk contract sluiten waarin het onderlinge verkeer geregeld wordt. Een soeverein aan wie de afgestane macht wordt toebedeeld, kan de uitvoering van het contract garanderen. De soeverein kan daarvoor zonedig geweld gebruiken. Wanneer de soeverein in gebreke blijft, kan hij eventueel

worden afgezet, maar men dient zich daarbij te realiseren dat de natuurlijke toestand dan weer dreigt en geen soeverein, hoe tiranniek ook, kan volgens Hobbes erger zijn dan dat.

In de sociologie van de twintigste eeuw vinden we de sporen van deze manier van redeneren terug. In *De la division du travail social*, een van de eerste publikaties van de moderne sociologie, maakt Durkheim bijvoorbeeld gebruik van een vergelijkbare gedachtengang. Aan het eind van de negentiende eeuw vragen veel auteurs zich af welke effecten de industrialisering zal hebben. In een maatschappij die door de arbeidsdeling steeds ingewikkelder en ondoorzichtiger is geworden, zullen de traditionele gemeenschapsbanden onvoldoende zijn om de samenhang tot stand te brengen, zo vreest men. Hobbes' afschrikwekkende, hypothetische natuurlijke toestand dreigt werkelijkheid te worden. Durkheim betoogt echter dat de samenleving desondanks niet in losse individuen uiteen zal vallen. De modernisering van de samenleving zal namelijk niet alleen de bestaande banden doen oplossen, maar ook een nieuwe moraal voortbrengen en juridische regelingen die gecompliceerd genoeg zijn om het sociale verkeer dat zij onder 'contract' moeten brengen, te beheersen. Ter ondersteuning van zijn these wijst Durkheim op de ontwikkelingen op het gebied van het recht.

Hobbes' theorie heeft nog een tweede kenmerk dat voor het begrijpen van een aantal discussies over de twintigste-eeuwse sociale wetenschappen van belang is. Hobbes maakt geen onderscheid tussen de heersende wetten in een gegeven samenleving en de ethiek. In zijn theorie is geen plaats voor een onafhankelijke standaard, waaraan de bestaande sociale orde kan worden afgemeten en op grond waarvan men haar regelingen zou kunnen kritiseren. De soeverein dicteert wat goed is en wat kwaad. Hobbes had met deze conclusie expliciet politieke bedoelingen. Hij verbindt aan zijn theorie conclusies over de vraag hoe de verhouding tussen kerk en staat moet worden gezien, een in de zeventiende eeuw uiteraard centraal politiek probleem. In *Leviathan* wijdt hij lange stukken aan deze kwestie. De kerk is een 'corporation' temidden van andere en ook zij heeft zich te voegen naar het centrale gezag, zo betoogt hij. Op deze manier maakt Hobbes van politiek een *technische* aangelegenheid, een kwestie van beleid, van maatregelen die met behulp van een wetenschappelijke theorie zijn af te leiden en die kunnen worden ingezet om de door de theorie beschreven bestaande orde te handhaven. Hobbes keert zich daarmee af van het klassieke, bij Aristoteles geformuleerde *praktische* concept van politiek: het ondanks erkende verschillen van inzicht, op grond van argumenten bereiken van overeenstemming over een gezamenlijk te volgen handelwijze. De sociale theorie brengt dus ook een nieuwe politieke filosofie voort. Het is niet verwonderlijk dat, omgekeerd, discussies over de sociale wetenschappen vaak beïnvloed worden door politiek-filosofische denkbeelden.

De ‘Baconiaanse’ en ‘mathematische’ traditie in de sociale wetenschappen worden wat de sociologie betreft door de reeds genoemde Durkheim geïntegreerd. Evenals zijn natuurwetenschappelijke collega’s wendt Durkheim zich af van de common sense. De wetenschap moet zorgen voor haar eigen begrippen, schrijft hij expliciet. Zij dient zich niet in te laten met ‘de verwrongen vanzelfsprekendheden die de geest van de gewone man domineren’. Een studie over zelfmoord uit 1897 moet de vruchtbaarheid van dat gezichtspunt bewijzen. Aan de hand van statistieken laat Durkheim zien dat de manier waarop in alledaagse termen over zelfmoord wordt gedacht, namelijk als extreme vorm van individueel handelen, een vertekening van zaken oplevert. Elk volk blijkt een eigen zelfmoordcijfer te hebben dat, in de tijd, relatief constant is. Zo neemt Durkheim expliciet afstand van de manier waarop in common sense termen over zijn onderwerp wordt gesproken. Ook de motiveringen die zelfmoordenaars plegen te leveren voor hun daad, negeert hij. De statistieken die hem ter beschikking staan, gebruikt Durkheim vervolgens om met groot vernuft een verklaring voor de verschillen in zelfmoordcijfers te ondersteunen. De oorzaak van die verschillen moet worden gezocht in de verschillen in de mate van integratie van individuen en de mate van regulatie van het sociale leven, aldus *Le suicide*.

In de psychologie is het punt waarop de beide tradities samenkomen, minder eenvoudig aan te wijzen. Men zou echter op de negentiende-eeuwse psycholoog Fechner kunnen wijzen, die een door E.H. Weber gevonden empirische generalisatie met betrekking tot de relatie van een absolute gewaarwording van een stimulus en het nog juist merkbare verschil in stimulus in wiskundige termen herformuleert. De integratie is echter allesbehalve stabiel en in de huidige sociale wetenschappen kan men dan ook zowel ‘Baconiaans’ als ‘mathematisch’ georiënteerde stromingen tegenkomen.

Terwijl Durkheim in Bordeaux en later Parijs de grondslag legt voor een sociologie die zich wat haar methode betreft op de natuurwetenschappen oriënteert, werkt Max Weber onafhankelijk van hem in Heidelberg aan een sociologie van een andere snit. Hij zal er de tweede grondlegger van deze discipline door worden, met name van de zogenaamde ‘verstehende’ tak ervan. De man die we als de derde grondlegger van de sociologie kunnen beschouwen, is dan reeds, in 1883, gestorven: Karl Marx.

De sociologie die Weber voor ogen staat, richt zich op een niveau van handelen dat door Immanuel Kant in een onderzoek naar de ethiek is blootgelegd. In *Kritik der reinen Vernunft* had Kant het menselijk, met name natuurwetenschappelijk kenvermogen onderzocht en daarbij de rol aangewezen van de specifiek menselijke vermogens die hij het verstand en de rede noemt. Op grond daarvan kan Kant, wanneer hij in *Kritik der praktischen Vernunft* het menselijk vermogen tot handelen onderwerp van

studie maakt, een onderscheid aanbrengen tussen die gedragingen waarin mensen hun impulsen volgen en slaaf zijn van hun passies, en die waarin zij zich door de rede laten leiden, volgens een regel handelen, of zoals Kant het uitdrukt: handelen volgens een maxime van de wil. Kant is daarmee aangeland bij datgene waarnaar hij op zoek was. Hij heeft het niveau blootgelegd waarop een ethische beoordeling van individuele handelingen kan plaatsvinden. Niet het effect van gedrag moet bij een ethisch onderzoek ter discussie staan, en evenmin de aanleiding of het doel van handelen, meent Kant. Wat moet worden beoordeeld, is de maxime en wel, zoals hij betoogt, naar de maat van de beroemde categorische imperatief: men dient te bezien of de maxime van handelen algemene wet kan worden, dat wil zeggen zonder dat dit tot tegenspraken leidt door *ieder* gevolgd zou kunnen worden.

Kant schrijft niet expliciet over de wetenschappelijke studie van menselijk handelen; zijn interesse betreft de ethiek. De lezers van Kant zijn het er niet over eens of hij de mogelijkheid openhoudt voor het empirisch-wetenschappelijk bestuderen van het door maximen geleide handelen; zeker is alleen dat het wat Kant betreft nimmer een studie zou kunnen zijn naar Newtoniaans model.

Hoe Kant er echter zelf ook over heeft gedacht, aan het einde van de negentiende eeuw stelt een aantal Duitse filosofen en psychologen voor onderzoek te gaan verrichten naar het type gedragingen dat Kant in zijn studies over ethiek heeft blootgelegd: het handelen waarin mensen niet louter reactief impulsen volgen, maar waarbij zij zich door hun rede laten leiden, overeenkomstig maximen handelen, ofwel een regel volgen. Zulk handelen waaraan, zoals Weber het uitdrukt, door de actor een 'subjectieve betekenis' wordt verbonden, wordt expliciet onderwerp van wetenschappelijke studie. De aan de natuurwetenschappen ontleende methode, zo redeneert men, is hierbij niet bruikbaar. In het licht van deze methode bestaat er geen verschil tussen het opsteken van een hand en het groeten van iemand; de 'binnenkant' van het gedrag blijft, zoals het met een gevaarlijke metafoor wel wordt uitgedrukt, buiten zicht. Er moet dus een andere methode worden ontwikkeld. Wie de 'subjectieve betekenis' wil achterhalen, moet begrijpend te werk gaan. Hij moet, zoals het met een nu internationaal gangbare, aan het Duits ontleende term wordt aangeduid: *verstehen*.

Het Verstehen wordt door sociologen en psychologen die zich op het model van de natuurwetenschappen oriënteren, niet als wetenschappelijke methode aanvaard. Men geeft graag toe dat het beslist geen kwaad kan wanneer een onderzoeker zich inleeft in de gedachten- en gevoelswereld van degenen die hij onderzoekt, maar meer dan vermoedens kan dat toch niet opleveren. Willen zij enige aanspraak maken op wetenschappelijkheid, dan zullen dergelijke vermoedens vervolgens aan

de hand van observeerbare, publiek-toegankelijke gegevens, dus aan het gedrag, moeten worden getoetst.

De verstehende of, zoals zij ook wel worden aangeduid, *hermeneutische* richtingen in de psychologie en sociologie zijn met een dergelijke plaats voor het Verstehen, in de voorhof van de wetenschap, niet tevreden. ‘Begrijpen’ staat niet voor willekeur, zo repliceert men. De interpretaties van handelingen die de verstehende onderzoeker levert, kunnen evenals de verklaringen die zijn meer natuurwetenschappelijk georiënteerde collega’s opstellen, kritisch worden onderzocht en eventueel op grond van kritiek terzijde worden geschoven. De verstehende psycholoog en socioloog vinden alleen niet dat het observeerbare gedrag van degene die zij onderzoeken, de *enige* maatstaf vormt voor de plausibiliteit van een wetenschappelijke interpretatie. Er kunnen ook andere redenen worden aangevoerd. Zo zal een interpretatie van handelen moeten worden beschouwd tegen de achtergrond van de context waarin dat plaatsvindt. Wanneer iemand een kaars opsteekt in een kerk, mogen we er toch wel van uitgaan dat het hem er niet om te doen is na te gaan of het gas wellicht lekt? Wie zich vertrouwd heeft gemaakt met de wereld waarin de persoon die hij bestudeert, leeft, is in staat om diens gedrag ‘van binnen uit’ te begrijpen.

Weber ontwerpt in de eerste jaren van deze eeuw een verstehende sociologie. Vooral zijn verhandelingen over de bureaucratie zijn beroemd geworden. Daarnaast is Weber vooral godsdienstsocioloog en bestudeert hij het sociale handelen dat zich op religieuze bronnen oriënteert. ‘Wereldbeelden, die door ideeën worden gecreëerd, hebben menigmaal als wisselwachters de banen bepaald waarlangs de dynamiek van belangen het handelen voortdreef’, schrijft hij. Een ‘materialistische’ visie op de geschiedenis – en Weber denkt daarbij aan Marx – mag haar ‘trivaal gelijk’ krijgen. Het is voor Weber geen nieuws dat mensen zich door hun belangen laten drijven. De specifieke vorm van het sociale leven in West-Europa valt volgens hem echter niet te verklaren in termen van bijvoorbeeld uitbuiting. Een onderzoek naar de rol van religieuze, in het bijzonder protestantse, denkbeelden levert meer inzicht: de *rationalisering* die volgens Weber karakteristiek is voor het sociale leven in West-Europa in de moderne tijd en waarvan de opkomst van de wetenschap een van de tekenen vormt, spruit voort uit de druk die de nieuwe religies in de zeventiende eeuw op het individu leggen. Tussen de aanleiding om te handelen en de uitvoering daarvan komt een berekening te staan, waarin de korte-termijngevolgen van handelingen worden afgewogen tegen de effecten op langere termijn en waarin doel en middel op elkaar worden afgestemd. Het protestantisme maakt volgens Weber de ascese die daarvoor alleen het leven in het klooster kenmerkte, tot een algemene levenshouding.

In tegenstelling tot Durkheim, die het individuele handelen van men-

sen verklaart uit de kenmerken van de samenleving waarvan deze mensen deel uitmaken, gaat Weber methodologisch individualistisch te werk. Dat wil zeggen: hij reconstrueert maatschappelijke verschijnselen en constellaties als de kans op een bepaald type sociaal (individueel) handelen. Ook in andere opzichten is hij de antipode van zijn Franse collega. Terwijl deze expliciet verklaringen van verschijnselen in common sense termen schuwt, probeert Weber juist aan te sluiten bij de subjectieve betekenis die actoren aan hun handelen verbinden. Weber vat dit overigens niet in naturalistische zin op. Wat de socioloog over het handelen en de daarmee verbonden subjectieve betekenis te melden heeft, is volgens Weber geen getrouwe afbeelding van wat zich bij de actor afspeelt, maar een constructie. De onderzoeker vormt zogenaamde *ideaaltypen*; hij belicht die aspecten van het menselijk samenleven die hij, zoals Weber het uitdrukte, 'als cultuurmens' van waarde acht. Hij zal daarom een ideaaltype construeren van een middeleeuwse staat of de stad, maar niet van een middeleeuwse hond. In deze interesse komt de *waardebetrokkenheid* van de sociologie tot uitdrukking. Deze betrokkenheid houdt echter niet in dat het de socioloog vrij zou staan persoonlijke waarderingen met wetenschappelijke oordelen te vermengen; deze dienen streng gescheiden te blijven. Nadat de socioloog zijn waardestandpunt dat hem in staat stelt in de chaos van gebeurtenissen die de geschiedenis nu eenmaal vormt, enige ordening aan te brengen, betrokken heeft, moet hij conclusies trekken die voor ieder die zich op datzelfde standpunt stelt, geldig zijn. De waardebetrokkenheid staat de *waardevrijheid* van de sociologie niet in de weg. Wetenschap en politiek dienen naar Webers stellige overtuiging gescheiden te blijven.

Naast Weber en Durkheim is Marx de derde grondlegger van de sociologie die hier moet worden besproken, en wel omdat hij met zijn theorieën pretenties heeft die verder reiken dan die van de beide anderen. Marx meent namelijk niet alleen over een theorie te beschikken die de structuur en ontwikkeling van (in het bijzonder kapitalistische) samenlevingen inzichtelijk kan maken, maar hij denkt bovendien dat deze theorie de belangen van de overgrote meerderheid van de bevolking verwoordt. De structuur van de sociale wetenschap die Marx ontwikkelt, is dan ook een andere dan de structuur die zowel Weber als Durkheim voor ogen staat; de onderzoeker krijgt van Marx taken op terreinen die noch Durkheim, noch Weber als wetenschappelijk onderzoeker menen te kunnen betreden: de politiek, maatschappijverandering. De theorie die Marx ontwerpt, mag niet alleen een beschrijving van de maatschappelijk toestand en haar genese leveren, zij moet ook de weg wijzen waarlangs deze maatschappij zich tot een meer menswaardige zal ontwikkelen.

Evenals Weber en trouwens ook Durkheim is Marx bijzonder geïnteresseerd in de ontwikkeling van maatschappijvormen. Deze belangstelling deelt hij met vele andere geleerden uit de negentiende eeuw: zowel

sociale filosofen als beoefenaars van de biologie en geografie. De aarde heeft een geschiedenis, de soorten hebben zich ontwikkeld, maatschappijvormen volgen elkaar op: de grote veranderingen die zich aan het einde van de achttiende en het begin van de negentiende eeuw op maatschappelijk gebied voordoen, zullen niet vreemd zijn aan de snelle verspreiding en acceptatie van het denken in termen van ontwikkelingen. Om de ontwikkeling van maatschappijen op een verantwoorde manier te beschrijven en te verklaren, is volgens Marx een speciale methode nodig: de dialectiek. Hij ontleent deze aan Hegel. Ook hier gaat de introductie van een methode hand in hand met een specifiek perspectief op mens en maatschappij; bij degenen die een natuurwetenschappelijke methode in de sociale wetenschappen voorstaan, of het Verstaan, is dat niet anders. Een methode ontleent haar aanspraak op toepasbaarheid behalve aan haar vruchtbaarheid voor onderzoek ook aan zo'n met haar verbonden perspectief.

Marx bouwt zijn theorie over de geschiedenis op door uit te gaan van een aantal abstracte principes die de fundamenteën van de 'politieke economie' vormen. Hij begint met het ontwerpen van een geïdealiseerd model van een maatschappijvorm, in casu het kapitalisme. Stap voor stap voegt hij vervolgens binnen dat kader concretisering toe die het mogelijk maken om uitspraken over concrete feiten af te leiden. Daardoor worden sociale feiten in hun samenhang gevat en vormen zij niet langer de losse, toevallige gegevens waar het alledaagse bewustzijn ze voor houdt. Deze aanpak, het 'opstijgen van het abstracte naar het concrete', stelt Marx in staat de maatschappelijke verschijnselen in hun verloop te analyseren. Zij krijgen zo een verleden en een toekomst, en zij ontleen hun betekenis aan de plaats die zij innemen in een geschiedenis die zich, onafhankelijk van menselijke bedoelingen, volgens wetten die in Marx' theorie worden geformuleerd, voltrekt.

Marx' aanpak van het 'opstijgen van het abstracte naar het concrete' heeft een aantal trekken gemeen met de manier van werken in de wettelijke traditie in de natuurwetenschappen. Newton begint in de *Principia* bijvoorbeeld zijn verklaring van de bewegingen van sterren en planeten aan de hemel eveneens met een geïdealiseerd, versimpeld model van het zonnestelsel. Evenals Marx voegt hij vervolgens stap voor stap nieuwe details toe, totdat ook hij uitspraken over concrete verschijnselen kan afleiden. Behalve deze overeenkomst is er een belangrijk verschil. De wetten die Newton gebruikt om de bewegingen van hemellichamen te berekenen, kunnen onafhankelijk worden getoetst: zij kunnen ook worden toegepast op andere systemen dan het systeem van de zon en haar planeten. Dat is in Marx' geval anders. Zijn theorie beschrijft de geschiedenis van de menselijke soort; zij heeft slechts één toepassing en beschrijft de noodzakelijke ontvouwing van maatschappijvormen, tot aan het punt waarop de nieuwe, communistische maat-

schappij het kapitalisme zal hebben opgevolgd. Marx' theorie heeft daardoor een *historicistisch* karakter. Zij vat de geschiedenis op als een proces waarvan het verloop kan worden voorspeld. In de meer gestaalde versies van Marx' theorie leidt dat tot de eliminatie van ieder normatief probleem: omdat de afloop van de maatschappelijke ontwikkeling vastligt, doen zich geen echte keuzeproblemen voor. De vraag of een maatschappelijke ingreep gerechtvaardigd is, rijst dan ook niet. Men kan de afloop slechts vertragen of bespoedigen, veranderen kan men haar niet: de geboorte van de nieuwe maatschappij die de theorie in het vooruitzicht stelt, zou onafwendbaar zijn.

Het werk van Marx, Weber en Durkheim kan model staan voor de drie stromingen die binnen de sociologie van het begin van de twintigste eeuw kunnen worden onderscheiden. Ook in de andere sociale wetenschappen vinden we vergelijkbare driedelingen terug: behalve een traditie die zich naar de methode van de natuurwetenschappen richt, treffen we gewoonlijk een verstehende richting aan en daarnaast de zogenaamde 'kritische wetenschap' die evenals Marx niet alleen theoretische, maar ook praktische pretenties heeft en het begrip emancipatie in haar vaandel voert. De discussies tussen deze stromingen die in elk van de sociale wetenschappen zijn gevoerd – zij het niet overal even heftig als in de sociologie – staan bekend als de *methodenstrijd*.

De vraag rijst wat de oorzaak is van het voortbestaan van dergelijke verschillen op methodologisch niveau. Men zou kunnen denken dat zij voortspuiten uit de onwil of het onvermogen van de verschillende partijen om kennis te nemen van de standpunten en het werk uit andere kampen. Daartegen spreekt echter het feit dat er nogal wat discussie gevoerd is en dat de verschillende standpunten in de loop der tijd nieuwe formuleringen hebben gekregen, mede omdat er nieuwe filosofische middelen beschikbaar kwamen om de verschillende perspectieven te verwoorden. De verstehende traditie bijvoorbeeld, is in de afgelopen decennia ook met de middelen van de analytische filosofie verdedigd (zie ook par. 2.4). De 'dialectische methode' is door onder anderen Habermas afgezworen, maar essentiële elementen van Marx' wetenschapsbegrip zijn desondanks nog steeds bij hem te vinden. De op de natuurwetenschappen georiënteerde onderdelen van de sociale wetenschappen hebben de veranderingen meegemaakt die de filosofie van de natuurwetenschappen in de loop van de twintigste eeuw heeft ondergaan. Het is dus geenszins zo, dat de verschillende stromingen nog steeds verscholen zitten in de stellingen die zij reeds voor de Eerste Wereldoorlog hebben betrokken. Het front is voortdurend in beweging geweest.

Een verwijzing naar de jeugdige leeftijd van de sociale wetenschappen levert evenmin een verklaring voor het bestaan van de methodologische debatten in dat gebied. Er bestaan heel wat disciplines van later datum

dan de sociale wetenschappen, waar een dergelijke strijd niet wordt gevoerd. De bron van de permanente discussie over methoden die zo karakteristiek is voor de sociale wetenschappen, moet men dus elders zoeken. Daarbij ligt het voor de hand nog eens naar de functie te kijken die dergelijke methoden moeten vervullen: zij dienen de wetenschappelijke kennis af te perken van de overige manieren waarop in onze cultuur over maatschappelijke verschijnselen en menselijk gedrag wordt gesproken: levensbeschouwelijke, politieke, alledaagse. Verschillen in visies op dat culturele gebied *buiten* de wetenschap leiden dan ook tot verschillende pogingen om de grenslijn te trekken en dus tot verschillende visies op wat zich *binnen* de wetenschap dient af te spelen. Ontwikkelingen buiten de wetenschap zullen steeds weer een aanleiding vormen om de grenzen tussen de wetenschappen en de hen omringende cultuur opnieuw te bepalen.

1.4

Wetenschap als roeping en als beroep

De zeventiende-eeuwse Nederlandse onderzoeker Jacob Swammerdam wist precies waarom hij wetenschap beoefende: in de anatomie van een luis zou het bewijs te vinden zijn van de Goddelijke Voorzienigheid. Ook voor andere onderzoekers uit zijn tijd bestond er een nauw verband tussen wetenschap en religie. Boyle, bijvoorbeeld, voerde in een debat met Hobbes over de vraag of het vacuüm bestaat, behalve de resultaten van zijn experimenten ook het argument aan dat de denkbeelden van zijn opponent de godsdienst zouden ondermijnen; niemand die hem daarvoor op de vingers tikte. Thomas Sprat, de eerste geschiedschrijver van de Royal Society en een fervent verdediger van de nieuwe natuurwetenschap, werd later bisschop. Newton besteedde meer tijd aan theologische vraagstukken dan aan wat wij als zijn belangrijkste prestaties zien, de mechanica en optica. Voor hem waren wetenschap en theologie al evenmin tegengestelde zaken, maar eerder aspecten van één project. De tegenstelling tussen wetenschap en religie die voor twintigste-eeuwse onderzoekers vanzelf spreekt, bestond voor deze onderzoekers niet. Zelfs de moeilijkheden die Galilei met de kerk ondervindt, worden in deze tijd nog niet als een fundamenteel conflict tussen religie en wetenschap gezien; die interpretatie wordt er pas vanaf het einde van de negentiende eeuw aan gegeven. Het mag dus zo zijn dat veel van onze ideeën over moderne wetenschap in de wetenschappelijke revolutie van de zeventiende eeuw wortelen, onmiskenbaar is ook dat sinds die tijd er veel veranderd is. Wat in de zeventiende eeuw een goed antwoord vormde op de vraag wat de zin is van wetenschap, zal nu nog maar weinig mensen overtuigen.

‘Wie – behalve een paar grote kinderen die in met name de natuur-

wetenschappen te vinden zijn – gelooft momenteel nog dat kennis van de astronomie, biologie, fysica of chemie ons iets kan vertellen over de zin van de wereld, of zelfs maar over de weg waarlangs die zin – gesteld dat hij bestaat – te vinden zal zijn?’ De socioloog Max Weber laat het in 1919 niet bij deze retorische vraag. Hij levert ook een verklaring voor het feit dat een antwoord zoals Swammerdam gaf, nu niet meer bevredigt. De rationalisering van de westerse cultuur, waarvan de ontwikkeling van wetenschap een exponent vormt, heeft tot ‘onttovering van de wereld’ geleid. De wetenschap heeft de wereld van haar magische en religieuze betekenissen beroofd. Voortgezet wetenschappelijk onderzoek kan ons daarom niet helpen bij het zoeken naar de zin van het bestaan. Wetenschappelijke, esthetische, normatieve en levensbeschouwelijke kwesties hebben elk hun eigen instituties toegewezen gekregen en worden verder onafhankelijk van elkaar behandeld. Van wetenschap mag in de twintigste eeuw geen geluk, schoonheid en verlossing meer worden verwacht.

Uit wetenschappelijk onderzoek kunnen geen conclusies worden afgeleid op moreel, politiek of religieus gebied. Het is Weber die dit het scherpst formuleert; het denkbeeld zelf behoort echter tot een gedachtengoed dat in de twintigste eeuw in ruime kring als vanzelfsprekend wordt geaccepteerd. ‘Een empirische wetenschap vermag niemand te leren wat hij *moet*, maar slechts wat hij *kan* en – onder omstandigheden – *zal* doen’, aldus luidt Webers *waardevrijheidsthese*. Wetenschap dient zich te beperken tot het objectief beschrijven van de feiten en tot het verklaren van verschijnselen; zij kan ons geen normatieve oriëntatie geven. Wetenschap kan inzicht geven in de *feiten* en hun verbanden, zij levert geen *waarden*. Wetenschappelijk onderzoek kan ons informeren over mogelijke middelen, doelen voor handelen levert het niet.

Waarop berust de waarde­vrijheidsthese? Webers antwoord is kort: wat hem betreft gaat het om een ‘triviale eis’, die gebaseerd is op een gedachte die reeds door Kant geformuleerd is en die teruggaat op een ontdekking van Hume: tussen *Sein* en *Sollen* bestaat een kloof; uit feitelijke uitspraken alléén kunnen geen uitspraken over waarden worden afgeleid. Wie een uitspraak over wat behoort (*ought*) te worden gedaan probeert af te leiden uit uitspraken over het geval is (*is*), maakt een elementaire argumentatiefout die bekend staat als de *naturalistic fallacy*.

Hoe ‘triviaal’ dit inzicht ook moge zijn, de argumenten die er in de loop der tijd voor zijn aangevoerd, lopen nogal uiteen. Een aantal filosofen duidt het onderscheid tussen feiten en waarden, de kloof tussen *is* en *ought*, *Sein* en *Sollen*, in de eerste plaats in ontologische termen; zij betogen dat waarden niet tot de wereld van de feiten behoren. Anderen hebben het kennistheoretische verschil benadrukt: terwijl feiten objectief gekend kunnen worden, zijn waarden subjectief, een kwestie van smaak. In de analytische filosofie wordt het feiten-waarden­onderscheid door-

gaans eerst geformuleerd als een linguïstisch onderscheid tussen descriptieve en prescriptieve uitspraken, en wordt vervolgens de logische kloof tussen feitelijke en evaluatieve uitspraken naar voren gebracht.

Zo'n verscheidenheid aan argumenten voor zoiets triviaals is natuurlijk opmerkelijk. Daarbij komt dat geen van de genoemde argumenten onweersproken is gebleven. Zelfs de stelling dat tussen feitelijke en evaluatieve uitspraken altijd een logische kloof bestaat, is betwist; het gestelde geldt weliswaar voor simpele (syllogistische) redeneervormen, maar zeker niet in het algemeen. Op grond van de feitelijke constatering dat 'dit horloge onregelmatig loopt', kan immers direct een normatieve conclusie worden getrokken: 'dit is een slecht horloge'. Als de premisse waar is, is de conclusie dat ook. Bij nadere beschouwing blijken zelfs de historische achtergronden van de genoemde trivialiteit minder evident dan vaak wordt aangenomen: het is twijfelachtig of Hume de ontdekking die aan hem wordt toegeschreven, wel heeft gedaan.

Laten we, in plaats van het feiten-waardenonderscheid als een vanzelfsprekende, triviale eis te accepteren, daarom onze aandacht richten op de vraag langs welke weg dit onderscheid triviaal en vanzelfsprekend *geworden* is. Twee ontwikkelingen zijn daarbij van belang. In de eerste plaats het vanaf de zeventiende eeuw ontstaan van een *institutioneel* onderscheid tussen aan de ene kant wetenschap en aan de andere kant politiek en religie; in de tweede plaats een ontwikkeling in *filosofisch* denken die oorspronkelijk gericht was op een poging het domein van de ethiek nauwkeurig te bepalen, maar die uiteindelijk, aan het einde van de negentiende eeuw, gebruikt wordt ter onderscheiding en legitimering van een nieuwe praktijk, namelijk die van de professionele wetenschap, het beroep van onderzoeker.

Het institutionele onderscheid wordt – letterlijk – bezegeld, als Charles II, wat wel omschreven is als zijn enige verstandige daad, beschermheer wordt van de Royal Society. De *fellows* van deze academie krijgen van de koning het privilege '[to] enjoy mutual intelligence and knowledge with... strangers and foreigners... without any molestation, interruption or disturbance... provided [this be] in matters of things philosophical, mathematical and mechanical'. In een ontwerpstatuut voor de Royal Society uit 1663 lijkt Robert Hooke, de eerste secretaris van de Royal Society, te bevestigen dat wat de leden van de academie aangaat, deze restrictie in onderwerpkeuze niet op bezwaren stuit. In de Royal Society zal men zich aan het onderscheid tussen wetenschappelijke zaken enerzijds en politieke en religieuze kwesties anderzijds houden. 'The business and design of the Royal Society is to improve the knowledge of natural things, and all useful Arts, Manufactures, Mechanic Practices, Engynes and Inventions by Experiment – (not meddling with Divinity, Metaphysics, Moralls, Politics, Grammar, Rhetoric or Logick)', schrijft Hooke.

Schijn kan echter bedriegen. Het zou onjuist zijn de oprichters van de Royal Society van opportunisme te verdenken. Hooke probeert met de geciteerde formulering niet bij de koning in een goed blaadje te komen. Zij heeft een andere dan een opportunistische, politieke, achtergrond. De Royal Society staat bij de oprichting ervan voor het probleem dat nog niet duidelijk is hoe *Experimental Philosophy* beoefend moet worden. Hooke geeft een formulering voor de *interne* wijze van discussiëren binnen de Royal Society die strookt met de wetenschappelijke inzichten van zijn tijd; hij omschrijft hoe de leden van de Royal Society te werk gaan om 'knowledge of natural things' te verwerven. Ook andere onderzoekers houden zich met dit onderwerp bezig. Boyle wijdt een belangrijk deel van zijn geschriften aan de vraag hoe over 'matters of fact' gesproken dient te worden: hoe kunnen anderen ervan overtuigd worden dat de resultaten die bijvoorbeeld met een luchtpomp worden bereikt, 'natuurfeiten' zijn? Hij beroept zich daarbij op een juridische metafoor: een 'feit' is iets dat door betrouwbare getuigen kan worden vastgesteld. Hij creëert vervolgens doelbewust een manier van schrijven die bij de lezers de indruk zal wekken dat zij zelf getuige hadden kunnen zijn van een experiment. Hij maakt ook duidelijk wie op het terrein van de wetenschap recht van spreken (getuigen) heeft en wie niet: alleen wie door gedrag en maatschappelijke positie vertrouwen inboezemt en zelf nieuwe 'matters of fact' aandraagt, heeft een stem in wetenschappelijke aangelegenheden. Dat Boyles voorstellen allesbehalve vanzelfsprekend zijn, mag blijken uit het feit dat vele geleerden van naam – bijvoorbeeld Huygens, Leibniz en Spinoza – ze met nogal wat reserve ontvangen. Ook buiten de kring van geleerden bestaat scepsis. In toneelstukken uit de zeventiende eeuw worden niet alleen Boyles experimenten – bijvoorbeeld zijn pogingen om het gewicht van lucht te bepalen –, maar ook zijn omslachtige, 'wetenschappelijke' manier van spreken belachelijk gemaakt, op een manier die sterk doet denken aan het gemopper van veel hedendaagse schrijvers en columnisten over de omgangsvormen en schrijfstijl binnen de sociale wetenschappen.

Enmaal gevestigd, maakt de nieuwe stijl van schrijven en omgang echter niet alleen overeenstemming binnen wetenschappelijke kring mogelijk. Zij sluit tegelijk ook een gebied van wetenschappelijke beraadslaging uit. De nieuwe wetenschappelijke praktijk maakt consensus mogelijk over feitelijke kwesties, maar strekt zich niet uit naar het gebied van ethiek, politiek en religie. Op die gebieden moet dus op een andere manier overeenstemming bereikt worden. Ook hier zal getracht worden een autonoom gebied van ethische vraagstukken af te bakenen. Het is *die* context waarin Kant het onderscheid tussen *Sein* en *Sollen* benadrukt. Het wordt niet geformuleerd om de wetenschap tegen ongewenste invloeden vanuit politiek of religie te beschermen, maar omgekeerd, om het gebied af te bakenen waarbinnen ethische beschouwingen kunnen worden gele-

verd. Ethische oordelen moeten volgens Kant op rationele beginselen berusten; hoe gehandeld moet worden, kan noch uit religieuze overlevering, noch uit politieke autoriteit, noch uit de toevallige feiten worden afgeleid. De pogingen om een rationeel kader voor de ethiek te leveren lijden echter in de negentiende eeuw schipbreuk. Tegenover objectieve, wetenschappelijke feiten worden ethische waarden dan een subjectieve aangelegenheid, waarvoor geen algemeen geldende argumenten te geven zijn. In tegenstelling tot de oorspronkelijke bedoelingen, markeert het onderscheid tussen *Sein* en *Sollen* daarna niet langer het vertrekpunt voor de ethiek, maar de beperkingen ervan.

Op een ander terrein blijkt het feiten-waardenonderscheid met meer vrucht te kunnen worden gebruikt. Vanaf het einde van de negentiende eeuw wordt het onderscheid ingezet om de autonomie van de wetenschap te onderstrepen in plaats van de autonomie van de ethiek. In Duitsland is onder invloed van de universiteitshervormingen het Humboldtiaanse ideaal van *Bildung* vervangen door het idee dat wetenschap een beroep is. De Duitse universiteit van de negentiende eeuw vindt haar kracht en identiteit in het onderzoek. Het moderne universiteitslaboratorium wordt 'uitgevonden' door de Duitse chemicus Liebig. Tot circa 1850 waren de wetenschappelijke genootschappen en academies de voornaamste instituties voor de ontwikkeling van wetenschappelijke kennis. Daarna wordt dat het universitaire laboratorium. Aan het einde van de negentiende eeuw ontstaat bovendien de industriële research, eveneens eerst in de chemie. Het sociale gezicht van de moderne natuurwetenschap wordt in de negentiende eeuw bepaald. Ook in Engeland wordt in dezelfde periode wetenschap een zaak van beroepskrachten in plaats een zaak van amateurs. Voor personen met twee roepingen, zoals Thomas Sprat, is dan geen plaats meer. Terwijl tot in het begin van de negentiende eeuw een aanzienlijk aantal leden van de Royal Society geestelijke is, worden zulke lieden daarna steeds minder gekozen. De debatten rond het darwinisme verscherpen de tegenstellingen. Aan het einde van de negentiende eeuw begint men de geschiedenis van de wetenschap op een nieuwe manier te schrijven. Er wordt gesproken van een 'war between science and religion' die al in de zeventiende eeuw begonnen zou zijn. Deze manier van geschiedschrijven levert niet alleen een nieuw perspectief op de conflicten van Galilei met de kerk, maar doet ook Newtons theologische geschriften achter de coulissen verdwijnen. Pas een halve eeuw later zullen deze door de econoom Keynes worden herontdekt. Dat de grote Newton zich uitgebreid heeft beziggehouden met religieuze kwesties, komt voor velen dan als een verrassing: men kan het zich inmiddels niet meer voorstellen dat een serieus geleerde zich met dergelijke zaken inlaat.

Het feiten-waardenonderscheid heeft dus pas laat de lading gekregen die het mogelijk maakt het onderscheid te gebruiken als hoeksteen voor

de verhouding tussen wetenschap en samenleving. Wat in de twintigste eeuw doorgaat voor een 'triviaal', tijdloos, filosofisch gegeven, vormt de uitkomst van een lange ontwikkeling waarin wetenschappelijke gemeenschappen zich expliciet als eenheid presenteren temidden van een steeds pluralistischer wordende culturele en politieke omgeving.

Met deze constatering is uiteraard niet gezegd dat het onderscheid zinledig of zelfs maar minder belangrijk geworden is. De waardevrijheidstheorie helpt wetenschap te beschermen tegen ideologische wanen en beïnvloeding door religieuze autoriteiten en behoedt omgekeerd de ethiek en politiek voor technocratische verleidingen. Zij is in veel contexten het verdedigen alleszins waard. De zoektocht naar het verleden van het feiten-waardenonderscheid maakt echter duidelijk wat bij de verdediging van deze these gemakkelijk naar de achtergrond wordt gedrongen: de manier waarop moderne wetenschap op specifieke sociale praktijken berust, in het bijzonder op de praktijk waarin wetenschap een professie, een beroep is.

1.5

Het ontstaan van de twintigste-eeuwse wetenschapsfilosofie

In de negentiende eeuw ondergaan de natuurwetenschappen in sociaal en cultureel opzicht dus belangrijke veranderingen, die hun sporen zullen hebben in de eeuw daarna. Ook in cognitief opzicht doen zich belangrijke veranderingen voor. In de negentiende eeuw worden veranderingen voorbereid die in de twintigste eeuw tot het inzicht zullen leiden dat de aard van de wetenschappelijke kennis een andere is dan men tot dan toe had gedacht. Met die laatstgenoemde verandering is een wijziging in de taakstelling en in de centrale problematiek van de wetenschapsfilosofie verbonden.

Het ontstaan van de klassieke natuurwetenschap in de zeventiende eeuw is, zoals hiervoor al uitvoerig werd uiteengezet, gepaard gegaan met een afscheid nemen van de *common sense*. De onderzoeker kan zich voor zijn inzichten niet meer beroepen op overgeleverde kennis of op in de alledaagse taal neergeslagen wijsheden. In plaats daarvan rechtvaardigt hij zijn aanspraken op objectiviteit en waarheid door te wijzen naar de bron van kennis en naar de door hem gebruikte middelen. Observatie, wiskunde en logische methoden moesten er gezamenlijk borg voor staan dat de wetenschappelijke theorieën slechts naakte feiten representeren en van subjectieve elementen verschoond blijven. De betrouwbaarheid en de geldigheid van de wetenschappelijke kennis zouden dus worden gegarandeerd door louter van de *ervaring* uit te gaan en door een bijzondere *methode* te volgen. Wie zich niet aan dat recept hield, zou geen wetenschap, maar slechts 'drogredenen en zinsbegoocheling' voortbrengen.

Tot in de negentiende eeuw wordt het specifieke karakter van de wetenschappelijke kennis op deze manier verdedigd. Ernst Mach bijvoorbeeld, een zeer invloedrijke Oostenrijkse fysicus en filosoof, schrijft aan het eind van de negentiende eeuw nog in deze geest over de wetenschap. Wetenschappelijke wetten en theorieën, aldus Mach, zijn slechts instrumenten die we gebruiken om overvloedige hoeveelheden ervaring in een handige, compacte vorm ter beschikking te hebben. Kennis is geconcentreerde ervaring, niet meer, en precies daarin ligt volgens Mach haar waarde. Subjectieve elementen die het objectieve beeld zouden kunnen verstoren, zijn systematisch buitengesloten.

In een boek uit 1883, waarin hij de geschiedenis van de mechanica beschrijft, komt Machs beeld van wetenschap scherp naar voren. Dit schrijft hij bijvoorbeeld over Galilei: 'Het grote voordeel dat de methode van Galilei naar mijn mening heeft, bestaat in het zorgvuldige, volledige blootleggen van de naakte feiten.' Galilei heeft ons 'niet een of andere theorie van de valbeweging gegeven, maar veeleer de *feiten* van de valbeweging zonder vooroordeel onderzocht en vastgesteld'. De wijze waarop Galilei zijn onderzoek heeft uitgevoerd, garandeert volgens Mach de objectiviteit van zijn resultaten.

Maar om Galilei tot representant te maken van dit wetenschapsbeeld, moest de geschiedenis worden bijgekleurd. De ontdekking van het traagheidsbeginsel bijvoorbeeld, een van de scharnierpunten in de wetenschappelijke revolutie van de zeventiende eeuw, zou volgens Mach het resultaat zijn van uitvoerig experimenteren. Geen enkel experiment kan echter tot Galilei's conclusie leiden dat 'beweging eeuwig is wanneer de uitwendige oorzaken van versnelling of vertraging worden weggenomen'. In ieder experiment dat op aarde wordt uitgevoerd, komt een lichaam dat in beweging is gezet, op een bepaald moment immers weer tot rust. De traagheidswet kan daarom niet rechtstreeks worden afgeleid uit experimenten. Wie er toch zo over spreekt, verduistert juist het revolutionaire karakter van Galilei's ontdekking. De traagheidswet is geen experimentele wet, maar een constructie; zij is een verzonnen beginsel dat het mogelijk maakt experimentele bevindingen op een andere manier te interpreteren dan tot dan toe binnen het aristotelische kader mogelijk was. De ontdekker van dit beginsel is geen passieve registrar geweest; hij heeft actief ingegrepen, een nieuw idee geïntroduceerd dat niet af te lezen was aan de experimenten die hij uitvoerde.

Deze conclusie stelt ons echter voor een aantal wetenschapsfilosofische problemen. Stel dat we aanvaarden dat onderzoekers een actieve rol spelen in het kennisverwervingsproces. Stel dus dat wetenschappelijke kennis – of ten minste delen daarvan – niet tot stand komt doordat onderzoekers zich zo goed mogelijk ontdoen van hun vooroordelen om nauwkeurig te kunnen waarnemen, maar – integendeel – doordat zij nieuwe ideeën introduceren die een ander zicht op verschijnselen mogelijk

maken. Hoe valt de objectiviteit van de wetenschappelijke kennis dan te garanderen? Hoe kan men de waarheid van wetenschappelijke kennis waarborgen, wanneer het 'kennend subject', de onderzoeker, een actieve rol speelt? Aan het begin van de twintigste eeuw zien wetenschapsfilosofen zich plotseling met zulke vragen geconfronteerd. Dat komt overigens niet omdat nieuw historisch onderzoek het ongelijk van Mach aan het licht heeft gebracht. Het waren nieuwe ontwikkelingen in de fysica die zulke vragen opwierpen. Het ontstaan van de relativiteitstheorie en de quantummechanica dwingt filosofen tot het formuleren van een nieuwe rechtvaardiging voor wetenschappelijke kennis. Er ontstaat een nieuw beeld van wetenschap. Later ontstaat er als gevolg daarvan ook een nieuw beeld van de geschiedenis van de wetenschap.

De Newtoniaanse mechanica heeft in de loop van de achttiende en negentiende eeuw haar definitieve wiskundige formulering gekregen door het werk van Hamilton en Lagrange. Haar superieure vermogen als empirische theorie toont zij nog eens in 1846. In dat jaar ontdekt de Engelse astronoom Adams de planeet Neptunus op grond van berekeningen die uitgingen van de veronderstelling dat de onregelmatige baan van de in 1781 voor het eerst waargenomen planeet Uranus te wijten is aan de invloed van een nog onbekende planeet. Overtuigender bewijs van de waarheid van Newtons theorie lijkt niet mogelijk. Een aanzienlijk deel van de wetenschappelijke wereld raakt er dan ook vast van overtuigd dat de natuur is opgebouwd uit deeltjes die krachten op elkaar uitoefenen op de wijze die door Newton is beschreven. Vanuit dat gezichtspunt probeert men vervolgens ook verschijnselen die op het eerste gezicht niet-mechanisch van aard zijn, zoals elektrische en magnetische effecten, in Newtoniaanse termen te verklaren. Aan het einde van de negentiende eeuw komen, als gevolg van dergelijke pogingen, de beperkingen van Newtons theorie aan het licht.

Elektriciteit en magnetisme zijn pas in de zeventiende eeuw onderwerp van wetenschappelijke studie geworden. De betreffende verschijnselen waren daarvoor al wel bekend, maar werden nauwelijks serieuze aandacht waard geacht. In de negentiende eeuw vinden op dit gebied belangrijke ontwikkelingen plaats. Oersted en Faraday ontdekken in het begin van die eeuw de wederzijdse invloed van magnetisme en elektriciteit en in de jaren zestig en zeventig bereikt de theorie van het elektromagnetisme door het werk van Maxwell haar definitieve wiskundige formulering. Ook hier volgt een schitterend empirisch succes. In 1887/1888 toont Hertz op basis van Maxwells theorie het bestaan van elektromagnetische golven aan. Zijn proeven vormen het begin van een ontwikkeling die tot de radio en televisie zal leiden.

Maxwell probeert voor zijn theorie een mechanistische interpretatie te formuleren. Hij gaat ervan uit dat elektromagnetische werking zich voortplant via een tussenstof, 'a material substance of a more subtile kind

than visible bodies', die de ether wordt genoemd. Voor deze ether probeert Maxwell vervolgens verschillende mechanische modellen te formuleren. Hij heeft daarmee gedeeltelijk succes. Het lukt hem bijvoorbeeld aan te tonen dat licht beschouwd kan worden als een elektromagnetisch verschijnsel. In de jaren tachtig en negentig komt de ethertheorie echter in experimentele moeilijkheden. In een beroemd geworden serie experimenten proberen Michelson en Morley vanaf 1881 met behulp van een door hen ontwikkelde hypergevoelige interferometer de relatieve snelheid van de aarde te meten ten opzichte van de (stationair gedachte) ether. Wanneer de aarde zich door de ether beweegt, moet er een meetbaar verschil bestaan tussen de snelheid van het licht in de richting van de aardbeweging en de lichtsnelheid in de richting loodrecht daarop, zo redeneren zij. Zo'n verschil wordt echter zelfs met de meest gevoelige apparatuur niet gevonden. Het lukt de Nederlandse natuurkundige Lorentz om een verklaring te vinden voor dit resultaat. Lorentz postuleert dat lichamen die zich ten opzichte van de ether bewegen, een verkorting in de bewegingsrichting ondergaan. De grootte van deze zogenaamde Lorentz-contractie is afhankelijk van de snelheid. Lorentz laat zien dat de bevindingen van Michelson en Morley zo binnen de grenzen van de meetnauwkeurigheden kunnen worden verklaard. Zoals Adams de problemen waarin de Newtoniaanse mechanica verzeild was geraakt door de ontdekking van de onregelmatigheden in de baan van Uranus, wist om te buigen tot een eclatant succes voor die theorie, zo lukt het Lorentz, door een theoretische ingreep, de aanvankelijke weerlegging van de ethertheorie door de experimenten van Michelson en Morley in een nieuw bewijs voor die theorie te laten omslaan. Het zal echter het laatste succes blijken van de klassieke natuurwetenschap. Het tijdperk van Newton loopt ten einde.

In 1905 verschijnt namelijk in de *Annalen der Physik* een artikel 'Zur Elektrodynamik bewegter Körper' van de hand van de dan nog betrekkelijk onbekende Albert Einstein. Deze geeft een nieuwe interpretatie van de effecten die Lorentz heeft beschreven. Zijn uitgangspunt wordt daarbij niet in de eerste plaats gevormd door experimentele problemen. Wat Einstein dwars zit, zijn bepaalde asymmetrieën. Hoewel de wisselwerking tussen een magneet en een geleider alleen afhangt van hun beweging ten opzichte van elkaar, wordt het effect in de theorie van Maxwell verschillend berekend al naar gelang de magneet of de geleider in rust is. Dit soort asymmetrieën, 'tezamen met de falende pogingen om een beweging van de aarde vast te stellen ten opzichte van het lichtmedium (de ether)', suggereren, aldus Einstein, dat een nieuwe aanpak is vereist. Het resultaat staat bekend als de (speciale) relativiteitstheorie. Het verschil van deze theorie met Lorentz' werk bestaat niet primair in nieuwe voorspellingen: tussen beide theorieën kan niet op basis van een experiment of een serie waarnemingen worden beslist. De theorieën

verschillen echter radicaal qua grondslag. Lorentz werkte binnen het Newtoniaanse kader. Hij ging uit van een theorie waarin over een absolute tijd en ruimte gesproken kan worden en waarin een ether is gepostuleerd die fysische werkingen doorgeeft. Binnen dat kader en met behulp van zijn contractiepostulaat kon Lorentz afleiden dat metingen van de lichtsnelheid in verschillende richtingen van die absolute ruimte geen verschillen te zien zullen geven. Einstein volgt in zekere zin de omgekeerde weg. Hij neemt aan dat fysische wetten, zoals die van Maxwell, geldig zijn in alle coördinatensystemen waarin de Newtoniaanse mechanica geldig is. Bovendien neemt hij aan dat de lichtsnelheid altijd dezelfde waarde heeft. Gegeven deze beide simpele en onschuldig lijkende postulaten, kan Einstein de resultaten van Lorentz afleiden. Veronderstellingen over een absolute tijd en ruimte en over een ether zijn niet meer nodig. De fysica kan het volgens Einstein stellen zonder deze beide hoekstenen van het klassiek-natuurwetenschappelijke, mechanistische wereldbeeld.

Ook op andere fronten krijgt de klassieke natuurkunde het aan het begin van de twintigste eeuw zwaar te verduren. Het quantumbeginsel, door Planck in 1900 geïntroduceerd, kondigt het einde aan van klassieke veronderstellingen over continuïteit van verschijnselen. Wat geldig is voor fenomenen op macroscopisch niveau, blijkt niet zonder meer op te gaan voor verschijnselen op microscopisch, atomair en subatomair niveau. Centrale kennistheoretische concepties, bijvoorbeeld het begrip causaliteit, moeten om die reden opnieuw worden doordacht.

De relativiteitstheorie en de quantumtheorie die beide in het eerste kwart van de twintigste eeuw ontwikkeld worden, hebben diepgaande consequenties gehad voor het *natuurbeeld* dat met de moderne natuurwetenschap verbonden is. In nog geen vijftig jaar heeft zich op dit gebied een revolutie voltrokken. Niet minder ingrijpend is de verandering in het *wetenschapsbeeld* die in de loop van de twintigste eeuw met dezelfde ontwikkeling gepaard gaat. De geschiedenis van het ontstaan van de speciale relativiteitstheorie kan de noodzaak van zo'n verandering illustreren.

In de eerste plaats kan men na Einstein niet langer zonder nadere toelichting volhouden dat de geldigheid van natuurwetenschappelijke kennis voortspuit uit de onbevooroordeelde wijze van waarnemen en uit het met 'zuivere' middelen verwerken van deze waarnemingen. Aan de wieg van de speciale relativiteitstheorie stonden immers niet in de eerste plaats nieuwe waarnemingen, maar overwegingen betreffende de symmetrie van theorieën.

In de tweede plaats zien wetenschapsfilosofen zich voor het feit geplaatst dat men kennelijk tussen twee radicaal verschillende theorieën, zoals die van Lorentz en die van Einstein, niet eenvoudig op grond van observaties de wetenschappelijk meest adequate kan kiezen. Volgens

welke regels moet zo'n keuze dan wel plaatsvinden? Welk van beide theorieën beschrijft de fysische realiteit? Of heeft deze vraag geen zin? De revolutie in de fysica wordt aanleiding voor een omwenteling in het denken over wetenschap. Antwoorden, zoals Mach die in 1883 nog kon geven, hebben hun plausibiliteit verloren. Er ontstaan nu verschillende wetenschapsfilosofische stromingen, die elk een antwoord proberen te leveren op de problemen die door de ontwikkelingen in de natuurkunde zijn opgeworpen.

De stroming die gedurende enkele decennia de belangrijkste is, komt voort uit een groep fysici, wiskundigen en filosofen, die rond 1930 gedurende enkele jaren wekelijks in Wenen bijeenkomt om over wetenschappelijke en filosofische kwesties te spreken: de Wiener Kreis. Bekende leden zijn Carnap, Neurath en Schlick. Ook Reichenbach wordt gewoonlijk tot deze kring gerekend, hoewel hij niet in Wenen woont, maar in Berlijn. Filosofen als Nagel, Hempel en Ayer vormen de tweede generatie van deze stroming die als het *logisch-empirisme* ofwel *logisch-positivisme* te boek staat.

De Wiener Kreis wil in de eerste plaats een omwenteling teweegbrengen in de filosofie. Wijsbegeerte die niet voldoet aan de eisen van helderheid en consistentie die in de natuurwetenschappen worden gehanteerd, moet verdwijnen. De filosofische stal moet worden uitgebezemd. Een scherp geformuleerd criterium dat zinvol en zinloos taalgebruik onderscheidt, moet het mogelijk maken ongefundeerde, metafysische verzinsels aan te wijzen. In plaats van de vroegere speculaties moet er, menen de leden van de Wiener Kreis, een wetenschappelijk wereldbeeld komen.

Wittgenstein levert de eerste aanzet voor het criterium dat men zoekt. In zijn *Tractatus logico-philosophicus* had deze leerling van Russell geschreven: 'Einen Satz verstehen, heißt, wissen was der Fall ist, wenn er wahr ist.' Uitspraken waarvoor dat niet geldt, zijn onbegrijpelijk en niet zinvol, zo concludeert de Wiener Kreis. Ook Einstein levert inspiratie. In het artikel 'Zur Elektrodynamik bewegter Körper' had hij het idee gelanceerd dat aan het begrip 'tijd' een fysische betekenis kan worden toegekend door dit begrip 'operationeel' te definiëren in termen van de manier waarop de gelijktijdigheid van gebeurtenissen kan worden vastgesteld. Carnap en Schlick stellen in deze lijn een criterium voor de zinvolheid van uitspraken voor, dat het *verificatiecriterium* wordt genoemd. Alleen die uitspraken waarvan bepaald kan worden of zij waar zijn of niet, hebben betekenis. 'De betekenis van een uitspraak is haar methode van verificatie', luidt het voorstel van de Wiener Kreis.

Het is duidelijk dat eenvoudige observatie-uitspraken aan dit criterium voldoen en dus zinvol zijn. Een uitspraak als 'Caesar is een priemgetal' wordt buiten het zinvolle taalgebruik gesloten en aan de zinvolheid

van, zeg, een bewering als ‘Weil zum Dasein wesenhaft das In-der-Welt-sein gehört, ist sein Sein zur Welt wesenhaft besorgen’ kan op zijn zachtst gezegd worden getwijfeld. In eerste instantie lijkt het zinvolheids criterium dus inderdaad het werk te kunnen verrichten, waarvoor het werd geformuleerd.

In de wetenschap komen echter ook andere beweringen voor dan operationele definities en observatie-uitspraken. Theorieën bevatten nogal eens uitspraken waarin begrippen voorkomen die niet direct naar waarneembare zaken verwijzen, de zogenaamde *theoretische* en *dispositionele* termen. Onder dispositionele termen verstaat men begrippen die niet rechtstreeks naar waarneembare zaken verwijzen, maar die met behulp van zogenaamde reductiezinnen in observatie-uitspraken kunnen worden geïnterpreteerd. ‘Intelligent’ en ‘oplosbaar’ vormen hiervan voorbeelden. Het laatste begrip kunnen we bijvoorbeeld met de volgende reductiezin invoeren: ‘Als x op een willekeurig tijdstip in het water wordt gegooid, dan is x oplosbaar (in water) dan en slechts dan wanneer x oplost.’ Theoretische termen zijn begrippen waarvoor dergelijke reductiezinnen niet te formuleren zijn, maar die men toch niet graag zou willen missen in de theorie; ‘elektron’ vormt een voorbeeld van een dergelijke term. Uitspraken die zulke theoretische termen bevatten, voldoen niet aan het verificatiecriterium. Evenals de algemene wetten die – zoals we later zullen zien – er strikt genomen ook niet aan voldoen, vallen zij dus eigenlijk buiten het domein van het zinvolle taalgebruik. Het ziet er dus naar uit dat de filosofen die zich sterk maakten voor een ‘wetenschappelijk wereldbeeld’, de conclusie moeten trekken dat het overgrote deel van wat in natuurwetenschappelijke tijdschriften en leerboeken wordt gepubliceerd, zinloos is. Dat is voor hen uiteraard een onaanvaardbare gevolgtrekking. Een nader onderzoek naar de structuur van wetenschappelijke theorieën moet de uitweg wijzen. Een reconstructie van theorieën met logische middelen moet duidelijk maken hoe uitspraken die theoretische termen bevatten, een empirische betekenis kan worden toegekend. Uit dit onderzoek komt het belangrijkste werk van de Wiener Kreis voort.

Men neemt om te beginnen een aantal – naar later zal blijken – ingrijpende besluiten. In de eerste plaats gaat men ervan uit dat voor de wetenschappen een *empiristische grondslag* moet – en ook kan – worden gegeven. Over de vraag wat als zodanig kan gelden, lopen de meningen echter uiteen, zonder dat dit overigens tot verdere verschillen van mening leidt. Dat er zo’n grondslag is te vinden, daarover is men het zondermeer eens. Carnap bijvoorbeeld, probeert aanvankelijk uit te gaan van wat hij onmiddellijk gegeven, ‘elementaire ervaringen’ noemt. De empirische wetenschap zou kunnen worden beschouwd als opgebouwd vanaf deze zogenaamde ‘fenomenalistische’ basis. Later schakelt hij over naar een andere, namelijk ‘fysicalistische’, grondslag: de basis

van de wetenschap zou worden gevormd door uitspraken over ‘naakte feiten’, zoals elementaire gebeurtenissen, waarneembare eigenschappen van dingen en hun onderlinge (waarneembare) relaties. Carnap denkt daarbij bijvoorbeeld aan uitspraken over meterstanden, zoals ‘op tijdstip t wees ampèremeter M waarde p mA aan’. Hij noemt dergelijke uitspraken ‘protocolzinnen’. Nu betoogt Carnap dat dergelijke uitspraken de ‘rockbottom of knowledge’ vormen waarop de wetenschap vast verankerd is. Uit het gemak waarmee hij van zijn aanvankelijke fenomenalistische ideeën overstapt naar een fysicalistische grondslag, blijkt dat de leden van de Wiener Kreis op dit punt geen principiële problemen vermoeden – ten onrechte, zoals later zal blijken.

In de tweede plaats gaat de Wiener Kreis ervan uit dat alle wetenschappen dezelfde kennistheoretische structuur hebben. Deze wordt aan de hand van de meest ontwikkelde wetenschap, de natuurkunde, bestudeerd. Het werk van Carnap, Reichenbach en hun leerlingen Hempel en Nagel bevat uitvoerige en vaak verhelderende analyses van de opbouw van fysische theorieën, hun relatie tot empirische bevindingen en de structuur van het wetenschappelijk argumenteren. Veel aandacht gaat uit naar de structuur van verklaringen en naar de bijzondere problemen die in statistische termen geformuleerde wetmatigheden bieden. Tegenover deze subtiliteit staat een zekere bruuskheid, zodra over andere wetenschappen gesproken wordt. De Wiener Kreis postuleert eenvoudig de ‘eenheid der wetenschappen’; belangrijke logisch-empiristische geschriften zijn verschenen in een reeks met de naam *The international encyclopedia of unified science*. Disciplines die eventueel een afwijkende structuur zouden hebben, kunnen volgens de Wiener Kreis simpelweg niet tot de wetenschap worden gerekend. Allerlei wetenschapsfilosofische problemen rond bijvoorbeeld verschillen tussen sociale en natuurwetenschappen heeft men zo met één pennestreek ‘opgelost’.

De Wiener Kreis neemt nog een derde besluit. Een filosofische beschouwing van wetenschap kan aan de feitelijke praktijk voorbijgaan, meent men. De filosoof onderzoekt niet de overwegingen die een onderzoeker tot een theorie hebben gebracht en evenmin de redenen die zijn collega’s hebben om die theorie te accepteren of te verwerpen. Zulke kwesties behoren tot de *context of discovery*. De filosoof heeft slechts met de *context of justification* te maken. Hij heeft tot taak een rechtvaardiging te leveren voor de wetenschappelijke kennis zèlf, niet voor de redenen die onderzoekers hebben om een theorie op te stellen of aan te hangen. Zo’n rechtvaardiging kan in twee stappen worden gegeven. In de eerste plaats moet onderzocht worden of de theorie wel thuishoort in het wetenschappelijke domein. Voldoen de uitspraken van die theorie wel aan het verificatiecriterium? Is die vraag bevestigend beantwoord, dan kan vervolgens de geldigheid van de theorie worden onderzocht. Nu is het

immers in beginsel mogelijk na te gaan in hoeverre de theorie ondersteund wordt door de ervaring.

Het onderscheid tussen de *context of discovery* en de *context of justification* verlost de wetenschapsfilosofie meteen al van een aantal problemen. Inderdaad, Einstein mag dan vooral door bepaalde asymmetrieën in de theorie van Maxwell op het spoor van de speciale relativiteitstheorie zijn gekomen, voor een filosofische beoordeling doet dat niet ter zake. Zulke gegevens behoren tot de *context of discovery*; ons interesseert slechts de wijze waarop Einsteins theorie naar de ervaring verwijst en op feiten steunt. Als het erom gaat een theorie te rechtvaardigen als onderdeel van de objectieve, empirische (ervarings)wetenschap, is dat het enige wat telt. De problemen waar de filosofie van Mach op dit punt in terechtgekomen was, konden ontstaan omdat Mach de beide contexten nog onvoldoende onderscheidde.

Het betreffende onderscheid heeft nog een belangrijk voordeel. We kunnen gemakkelijk vaststellen dat een theorie doorgaans heel verschillende gedaanten heeft: we kunnen haar achtereenvolgens bijvoorbeeld aantreffen in het laboratoriumjournaal van de onderzoeker, in een wetenschappelijk tijdschrift en in een leerboek. Het is dan allerminst vanzelfsprekend dat de theorie in elk van deze gedaanten ‘dezelfde structuur’ heeft. De filosoof kan deze kwestie, als hij de Wiener Kreis volgt, verder negeren. Hij heeft slechts met de filosofische rechtvaardiging van de theorie te maken en kan, als dat voor zijn onderzoek nuttig lijkt, de theorie zonodig zelf in een nieuwe vorm gieten. Hij kan volstaan met het onderzoeken van een ‘logische reconstructie’ van de theorie.

Met de genoemde drie besluiten is het kader gecreëerd waarbinnen de leden van de Wiener Kreis een antwoord kunnen geven op de vraag hoe het mogelijk is dat wetenschappelijke uitspraken aan het verificatiecriterium van betekenis voldoen, ook als zij theoretische termen bevatten die niet rechtstreeks naar waarneembare gebeurtenissen, eigenschappen of relaties verwijzen, zoals ‘elektron’. Men gebruikt een speciaal type ‘logische reconstructie’ van de theorie, namelijk haar geaxiomatiseerde versie.

Carnap en zijn collega’s redeneren als volgt. Een theorie is een verzameling uitspraken. Zo’n theorie kan worden geaxiomatiseerd. Dat wil zeggen: we kunnen een stelsel van axioma’s proberen te formuleren waaruit de uitspraken die samen die theorie vormen, met behulp van logische en wiskundige bewerkingen kunnen worden afgeleid. In plaats van de theorie als geheel te bestuderen, kan de filosoof zijn beschouwingen dus beperken tot het axiomastelsel. Slaagt hij erin te laten zien dat aan deze axioma’s een empirische betekenis kan worden toegekend, dan volgt verder automatisch dat iedere uitspraak van de theorie empirische betekenis heeft. De opgave is nu erg gemakkelijk geworden. Om van de empirische betekenis van de uitspraken van een theorie verzekerd

te zijn, hoeft slechts een dictionaire te worden opgesteld: voor ieder axioma waarin termen voorkomen die niet rechtstreeks naar waarneembare gebeurtenissen, eigenschappen of relaties verwijzen, moeten regels worden geformuleerd die deze axioma's verbinden met uitspraken waarin (behalve eventuele logische termen) slechts zogenaamde *observatietermen* voorkomen die wel naar waarneembare zaken verwijzen. De regels die gezamenlijk de dictionaire vormen, staan bekend als de *correspondentieregels*. Zij verbinden theoretische noties met observatie-uitspraken. Wanneer dergelijke correspondentieregels kunnen worden gespecificeerd, kan aan uitspraken die theoretische termen bevatten, dus alsnog een empirische betekenis worden toegekend. Slaagt men er niet in de correspondentieregels te specificeren, dan doet men er beter aan de delen uit de theorie die niet met observatie-uitspraken verbonden kunnen worden, te schrappen. Er kan aan de betreffende uitspraken immers toch geen empirische betekenis worden toegekend. In het begin van de jaren dertig doen Carnap en Neurath een poging om de theorie van Freud in een fysicalistische taal te herschrijven door voor ieder van de theoretische termen die Freud introduceert, de vertaling in empirische termen op te geven. Het project wordt echter niet voltooid.

Lijkt er door de invoering van de correspondentieregels een oplossing gevonden te kunnen worden voor het probleem van de theoretische termen, op een ander punt is men nog niet klaar. Wat betreft de *algemene wetten* die theorieën bevatten, liggen de zaken namelijk gecompliceerder.

Een wetenschappelijke wet heeft de vorm van een universele ofwel algemene uitspraak. Zij stelt in het eenvoudigste geval dat voor alle *z* of zo dit en dat het geval is. Bijvoorbeeld: dat de lading van het (d.i. ieder) elektron $1,6 \times 10^{-19}$ C bedraagt. De waarheid van een dergelijke uitspraak is uiteraard nooit met eindige middelen vast te stellen. Hoeveel experimenten van Millikan men ook heeft uitgevoerd, nooit zal men hebben vastgesteld dat *alle* elektronen de betreffende lading bezitten. Een wet van deze vorm voldoet dus niet aan het verificatiecriterium. De zinvolheid van wetenschappelijke theorieën die, zoals gemakkelijk is na te gaan, steeds dergelijke wetten bevatten, komt dus alsnog in gevaar.

Op dit punt lopen de wegen van de verschillende leden van de Wiener Kreis uiteen. Sommigen, Schlick bijvoorbeeld, houden vast aan het verificatiecriterium en trekken de conclusie dat men wetenschappelijke wetten inderdaad niet kan beschouwen als zinvolle uitspraken. De reden, meent Schlick, is dat in zo'n geval eigenlijk niet van een uitspraak gesproken kan worden. Wetten zijn geen uitspraken, maar schema's met behulp waarvan uitspraken kunnen worden voortgebracht. De wet die stelt dat de lading van het elektron $1,6 \times 10^{-19}$ C bedraagt, stelt mij in staat uitspraken af te leiden over individuele metingen, die waar of onwaar kunnen blijken te zijn. Wetten zijn in Schlicks visie dus instru-

menten; zij zijn niet waar of onwaar, maar hooguit bruikbaar of minder bruikbaar. Deze opvatting staat dan ook bekend als de *instrumentalistische* visie op wetten en theorieën.

Carnap gaat vanaf de tweede helft van de jaren dertig een andere weg. Hij vervangt het verificatiecriterium, dat zijns inziens te rigide is gebleken, door een zwakkere maatstaf. Hij eist niet langer dat van een uitspraak bepaald kan worden of deze waar is of niet, maar slechts dat een uitspraak kan worden bevestigd (*geconfirmeerd*) door waarnemingen. Het probleem dat door de niet-verifieerbaarheid van wetenschappelijke wetten was geschapen, is zo uiteraard geëlimineerd. Aan wetten en theorieën kunnen in beginsel waarheidswaarden worden toegewezen. Tegenover de instrumentalistische interpretatie is ook een *realistische* visie op wetten en theorieën te verdedigen. Ook als men de waarheidswaarde van een uitspraak niet als zodanig kent, wordt in deze visie de uitspraak geacht of waar te zijn of onwaar, dat wil zeggen of met de feiten overeen te komen of niet.

Carnaps weg opent de mogelijkheid om een systeem op te stellen waarin de *confirmatiegraad* van een theorie kan worden bepaald: de waarschijnlijkheid dat een theorie waar is, gegeven de inmiddels vergaarde waarnemingen. In het ideale geval zal de confirmatiegraad van een theorie 1 zijn: de theorie is dan zeker waar. Dat ideaal zal echter nimmer worden bereikt: iedere theorie blijft behept met onzekerheden. Een theorie heeft dan ook altijd een *hypothetisch* karakter.

Het berekenen van confirmatiegraden opent in beginsel de mogelijkheid om een antwoord te formuleren op het tweede probleem waarmee, zoals we reeds zagen, de filosofie van Mach werd geconfronteerd, toen de speciale relativiteitstheorie werd ontwikkeld: het feit dat verscheidene theorieën, waartussen dient te worden gekozen, in onderlinge concurrentie naast elkaar kunnen bestaan. Er kunnen zich twee gevallen voordoen. Wanneer we theorieën vergelijken die verschillen wat betreft hun confirmatiegraad, zullen we uiteraard de theorie prefereren waarvan deze graad het hoogste is. Die theorie heeft immers de grootste waarschijnlijkheid waar te zijn. Het is echter ook mogelijk dat de theorieën op dit punt niet verschillen. In 1905 was dat met Lorentz' theorie en die van Einstein het geval: deze waren observationeel equivalent. Vanuit het gezichtspunt van de filosoof is er nu geen reden om te kiezen. De theorieën zijn equivalente beschrijvingen die op dezelfde empirische evidentie steunen. In de *context of discovery* hebben onderzoekers wellicht allerlei redenen om de ene theorie boven de andere te prefereren, bijvoorbeeld omdat de ene eenvoudiger is dan de concurrent. Wetenschapsfilosofisch is dat echter niet van belang. In de *context of justification* telt niet de eenvoud van een theorie, maar slechts de confirmatiegraad ervan. De mate waarin een theorie op waarnemingen steunt en dus 'gerechtvaardigd' is, ligt daarin vast.

Het systeem dat Carnap heeft trachten te formuleren voor het bepalen van confirmatiegraden, wordt wel een *inductieve* logica genoemd. Het kan worden beschouwd als de twintigste-eeuwse uitwerking van de aan het slot van paragraaf 1.2 aangehaalde stelling van Isaac Newton, dat in de natuurwetenschappen ‘we are to look upon propositions inferred by induction from phenomena’.

Tot het begin van de jaren zestig wordt het gangbare beeld van wetenschap door het logisch-empirisme getekend. Men noemt om deze reden dat beeld wel het *standaardbeeld*. Oorspronkelijk ontwikkeld om wetenschapsfilosofische problemen op te lossen die door ontwikkelingen in de natuurwetenschappen waren opgeworpen, heeft het vervolgens vooral op de sociale wetenschappen grote invloed gehad. Velen proberen hun wetenschappelijk werk expliciet in te richten naar de eisen die het standaardbeeld voor wetenschappelijke kennis formuleert. Men ziet daarbij nogal eens over het hoofd dat dit beeld een antwoord vormde op problemen in de *context of justification* en dat het niet vanzelfsprekend is dat het de feitelijke praktijk, de *context of discovery*, van succesvolle wetenschap beschrijft. Maar ook waar men deze vergissing niet begaat, laat het standaardbeeld zijn sporen na. Naoorlogse discussies over het behaviorisme, verklaringstypen, de rol van metingen, concept- en hypothesevorming enzovoort vinden tot aan het einde van de jaren zestig plaats tegen de achtergrond van hoofdzakelijk het standaardbeeld. Het onderwijs in ‘methoden en technieken’, zoals dat gewoonlijk binnen sociale faculteiten wordt gegeven, is er sterk door beïnvloed. De student in de sociale wetenschappen die het standaardbeeld wil leren kennen, hoeft daarvoor dus niet naar het filosofisch instituut.

De ontwikkelingen in de natuurwetenschappen aan het begin van deze eeuw hebben aanvankelijk tot een verfijning en op enkele punten tot een bijstelling van de traditionele rechtvaardiging van wetenschappelijke kennis geleid. Met meer raffinement en groter logisch-technisch vernuft dan voorheen wordt ook door de Wiener Kreis nog de stelling verdedigd dat wetenschap op ervaring berust. Het is Karl Popper die met deze opvatting radicaal breekt. Hoe de grote Newton er ook over heeft gedacht, volgens Popper speelt inductie in de wetenschap geen rol. Einsteins revolutie in de natuurkunde in het begin van deze eeuw dient ingrijpende wetenschapsfilosofische consequenties te hebben, meent Popper. Niet alleen de gravitatie-theorie van Newton moet door een nieuwe theorie worden vervangen, maar ook de filosofie die Newton met de wetenschap verbond, is aan aflossing toe.