

INHOUD

Inleiding	9
HOOFDSTUK 1	
Onderzoek van een complexe realiteit	15
1.1 Newtons appels vallen niet overal	15
1.2 De gelaagde structuur van de werkelijkheid	20
1.3 Hoe bestudeer je deze werkelijkheid: Reductionisme	23
1.4 Hoe bestudeer je deze werkelijkheid: Fenomenologie	25
1.5 Verschillende methodologieën, maar toch gelijkend	27
1.6 Verkeerd onderzoeksinstrument	31
HOOFDSTUK 2	
Zelforganisatie	33
2.1 Organisatie zonder organisator	33
2.2 Zelforganisatie en thermodynamica	38
2.3 Emergente orde	43
2.4 Een volledige psychologie	45
2.5 Hiërarchische niveaus van organisatie	47
HOOFDSTUK 3	
Dynamica	49
3.1 Taal van de werkelijkheid	49
3.2 Begrenzungen aan de taal van de werkelijkheid	53
3.3 Dynamica en zelforganisatie	56
3.4 Niet-lineaire systemen	60
3.5 Oorzaak en gevolg herbekeken	64

HOOFDSTUK 4

Filosofie van de geest 67

- 4.1 Hoe nieuw is nieuw? 67
- 4.2 Dualisme en fysicalisme 69
- 4.3 Identiteitstheorieën 72
- 4.4 Functionalisme 74
- 4.5 Qualia 77
- 4.6 Neerwaartse causaliteit 80
- 4.7 Eliminativisme 85
- 4.8 Pragmatisch eliminativisme 86

HOOFDSTUK 5

Modelleren 89

- 5.1 De nood aan een nieuwe methodologie 89
- 5.2 Modelleren 90
- 5.3 Klimaatmodellen 94
- 5.4 Hersenmodellen 98
- 5.5 Artificieel Leven 103
- 5.6 Radicaal Modelleren 109

HOOFDSTUK 6

Connectionisme 113

- 6.1 Katten en honden 114
- 6.2 Nativisme versus empirisme 117
- 6.3 Het *bottom up* leermechanisme 119
- 6.4 Het Realiteit van Research argument 121
- 6.5 Modulariteit 125
- 6.6 Zwakke equivalentie 130
- 6.7 Fenomenologie in vermomming 135

HOOFDSTUK 7

Artificiële versus natuurlijke intelligentie 139

- 7.1 Historiek 139

7.2 Mens versus machine: voorbeelden uit de praktijk	141
7.3 Een absolute definitie van intelligentie	147
7.4 Een evolutionaire definitie van intelligentie	150
7.5 Radicaal Modelleren en natuurlijke intelligentie	153
7.6 Fysiologische plausibiliteit	154
7.7 Gelijkaardige dynamische complexiteit	159
7.8 Belichaamde cognitie	161
7.9 Radicaal Modelleren revisited	164

HOOFDSTUK 8

Evolutie	167
-----------------	-----

8.1 Natuurlijke selectie	167
8.2 Zelfzuchtige genen	171
8.3 Alternatieve theorieën	174
8.4 Ontstaan van soorten	181
8.5 Intelligentie als logisch gevolg van het evolutionaire proces	185
8.6 Evolutionaire ritmiek	191

HOOFDSTUK 9

Het genetische brein	195
-----------------------------	-----

9.1 Leren en evolutie	195
9.2 Van genoom naar fenoom	198
9.3 Hoofdeffecten en interactie-effecten	203
9.4 Genexpressie en genregulatie	206
9.5 Genexpressie in de hersenen	210
9.6 De opbouw van de hersenen	211
9.7 Genetisch vastgelegde flexibiliteit	217
9.8 De opbouw van de hersenen doorheen de evolutie	218

HOOFDSTUK 10

Artificiële GenExpressie	223
---------------------------------	-----

10.1 Evolutionaire Algoritmes	224
10.2 Artificiële GenExpressie	229
10.3 Evaluatie	235

INHOUD

Besluit	239
Noten	245
Referenties	255
Index	271

HOOFDSTUK 1

ONDERZOEK VAN EEN COMPLEXE REALITEIT

In navolging van Copernicus en Kepler berekende Galilei – hoewel hij het bij navraag ontkende – de exacte bewegingen van de planeten rond de zon. Mendeljev deed hier niet voor onder en beschreef uit welke atomen ons heelal is opgebouwd en kon door de systematiek in zijn beschrijving eigenschappen van nog niet ontdekte elementen voorspellen. Einstein beschreef dan weer hoe en onder welke omstandigheden materie in energie en energie in materie kan omgezet worden. En op hun beurt toonden Crick en Watson aan hoe erfelijke informatie door de dubbele α -helix structuur van DNA opgeslagen kan liggen in een complexe molecule. Het is niet moeilijk om dit lijstje van precieze en revolutionaire ontdekkingen nog langer te maken, al is er hierbij wel één sterke beperking: Ontdekkingen uit de menswetenschappen zullen niet in dit lijstje voorkomen. Je zou kunnen denken dat de onderzoekers uit dit domein minder intelligent zijn, maar misschien is er iets anders aan de hand.

1.1 Newtons appelen vallen niet overal

Ontdekkingen in de antropologie, sociologie of psychologie veroorzaken nooit een aha-erlebnis waarbij alle wetenschappelijke puzzelstukken plots op de juiste plaats vallen. Er lijken nooit theorieën opgesteld te kunnen worden waarmee fenomenen voor honderd procent verklaard worden. Een bekend voorbeeld uit de psychologie maakt meteen duidelijk waar de problemen zich situeren. Binnen het klassieke psychologische onderzoek gaat men er van uit dat informatie uit de buitenwereld via onze zintuigen in het korte termijn geheugen terecht komt. Dit korte termijn geheugen heeft een beperkte capaciteit en kan ongeveer zeven eenheden bevatten (Miller, 1956). Vanuit het korte termijn geheugen wordt de informatie dan gefilterd en bewerkt om overgezet te worden naar het lange termijn geheugen.

De beperkte capaciteit van het korte termijn geheugen kan men meteen testen door tamelijk snel een willekeurige serie van zes of zeven cijfers luidop voor te lezen waarna een toehoorder de serie onmiddellijk moet herhalen. Dit zou geen noemenswaardige

problemen mogen opleveren. Als men nu een serie van acht of negen cijfers voorleest, zal de toehoorder er echter niet meer in slagen om de serie correct te reproduceren. De test geeft zo een indicatie van de capaciteit van het korte termijn geheugen. De verklaring voor dit fenomeen is dat de toehoorder niet voldoende tijd heeft gekregen om de informatie te laten doordringen tot in het lange termijn geheugen. Door het snelle voorlezen en het onmiddellijk om reproductie vragen, worden alle cijfers gebufferd in het korte termijn geheugen en worden van daaruit rechtstreeks gereproduceerd. Het experiment kan nog meer solide gemaakt worden door de toehoorder na het aanbieden van de cijferreeks een zogenaamde afleidingstaak te laten uitvoeren – zoals achteruit tellen – om de automatische onbewuste verwerking te verhinderen. De inhoud van het korte termijn geheugen wordt dan als het ware uitgewist door nieuwe informatie vooraleer een verwerking naar het lange termijn geheugen mogelijk is.

Het *zeven eenheden geheugeneffect* is een bekend effect in de geheugenpsychologie en treedt op onder heel verschillende omstandigheden. Maar ondanks de talloze studies die over dit onderwerp verschenen zijn, is men er nooit in geslaagd om de theorie volledig sluitend te maken. Het blijkt in de praktijk niet mogelijk om de theorie waterdicht te formuleren. Zo is niet meteen duidelijk wat de betekenis is van een geheugeneenheid in verschillende contexten, zoals bij het bekijken van een schilderij of bij het lezen van dit boek. Een andere moeilijkheid is dat de inhoud van een geheugeneenheid onder meer afhankelijk is van de informatie die in het lange termijn geheugen opgeslagen ligt. Als men achtereenvolgens het telefoonnummer van iemands broer, zus, ouders en enkele vrienden voorleest, krijgt men bij de reproductie waarschijnlijk toch een erg lange en correcte cijferreeks te horen. Zo zijn er nog meer problemen. Uitzonderlijk slagen mensen er soms in om acht of negen eenheden te reproduceren, maar evenzo haperen ze in gelijkende omstandigheden al eens bij vijf of zes eenheden. En je kan waarschijnlijk al raden dat niet alle mensen hetzelfde presteren op deze tests.

Natuurlijk kan men allerlei aandachts- en andere persoonseigenschappen in de theorie opnemen om deze onregelmatigheden te verklaren, maar hiermee creëert men gewoon nog meer niet te controleren factoren. Theorieën over aandachts- en persoonlijkheidsprocessen hebben niet de reputatie eenduidiger te zijn dan geheugentheorieën. Integendeel. Dus ook al is het zeven eenheden geheugeneffect duidelijk aanwezig, toch blijkt het schier onmogelijk om het effect helemaal exact te beschrijven. Dit is geen alleenstaand geval. Theorieën in de menswetenschappen hebben per definitie een beperkte geldigheid. Er moeten steeds een hele reeks randcondities worden ingevuld en dan nog kunnen uitzonderingen niet uitgesloten worden. Het is blijkbaar niet mogelijk om theorieën op te stellen die in alle omstandigheden correct zijn en waarmee exacte voorspellingen gemaakt kunnen worden. Daarom kan er ook niet zonder meer verder gebouwd worden op een bestaande theorie en kunnen bestaande theorieën niet zomaar samengevoegd worden om tot een meer algemeen beeld van een bepaald fenomeen te komen.

Dit probleem duikt steeds weer op bij de menswetenschappen. Een heel ander voorbeeld is de *sociale roltheorie* die bestudeerd wordt vanuit de sociale psychologie. De sociale roltheorie stelt dat mensen zich steeds gedragen alsof ze een rol spelen waarvan zij denken dat die bij hun sociale positie past (Eagly, 1987). De wijze waarop mensen zich in een gegeven situatie gedragen, wordt volgens deze theorie veel sterker bepaald door hun sociale omgeving dan door hun individuele persoonlijkheid. Als de sociale context van mensen verandert, zal hun gedrag zich navenant aanpassen. De theorie gaat zo in tegen het wijdverbreide idee dat mensen steeds autonoom beslissingen nemen op basis van de criteria die ze zelf belangrijk achten. De sociale roltheorie wordt ondersteund door enkele zeer overtuigende experimenten.

In het *Stanford Prison Experiment* werden 24 studenten uitgenodigd om deel te nemen aan een experiment waarvoor ze een vergoeding van 15 dollar per dag ontvingen (Zimbardo, 2007). Diagnostische interviews en persoonlijkheidstests hadden aangetoond dat de studenten geen psychologische of medische problemen kenden, noch een crimineel of drugsverleden hadden. Het waren allemaal normale, goede jongens. Het experiment hield in dat een gevangenisituatie nagespeeld zou worden waarbij door loting sommige studenten de positie van bewaker werd toegekend, terwijl andere studenten als gevangene moesten fungeren. Om ervoor te zorgen dat de deelnemers volledig in hun rol opgingen, werd veel aandacht besteed aan het creëren van een – vanuit psychologisch oogpunt – zo realistisch mogelijke inscenering. Bij aanvang van het experiment werden de gevangenen bijvoorbeeld door echte politieagenten opgepakt en ondervraagd alvorens naar de nagebouwde gevangenis getransporteerd te worden. Ze werden ook niet aangesproken met hun naam, maar met het serienummer dat op hun gevangenisplunje afgebeeld stond. Vanzelfsprekend namen de proefpersonen vrijwillig deel aan dit experiment, maar zelfs dat kon niet verhinderen dat hun gedrag snel en ingrijpend veranderde.

De resultaten van het experiment waren verbluffend. Al op de tweede dag begonnen de gevangenisbewaarders hun nieuw verkregen macht te misbruiken. Op eigen initiatief verboden ze de gevangenen om naar het toilet te gaan, verplichtten hen om met blote handen de toiletten uit te kuisen, trommelden hen in het midden van de nacht uit bed, dwongen hen zich publiekelijk uit te kleden, en zo verder. Ook de gevangenen gingen volledig in hun rol op. Ze voelden zich gedepersonaliseerd en hulpeloos en vertoonden allerlei symptomen van emotionele stress. Na zes van de geplande veertien dagen besloten de onderzoekers het experiment stop te zetten omdat het volledig uit de hand begon te lopen. Drie gevangenen waren op dat ogenblik reeds vervangen omdat de psychologische druk hen te veel werd. Het naspelen van een gevangenisituatie volstaat dus blijkbaar om jongens die zes dagen tevoren nog normaal functioneerden, tot sterk afwijkend gedrag te verleiden. Het Stanford Prison Experiment past in een hele reeks van experimenten die aantonen dat we het gedrag van een persoon veelal niet kunnen afleiden uit persoonlijkheidskenmerken, maar wel uit de sociale context waarin de persoon zich bevindt.

Ook buiten de experimentele setting werkt de sociale roltheorie zeer verhelderend. In vele gevallen kunnen we het gedrag van mensen beter begrijpen door na te gaan welke rol ze spelen bij een sociaal contact. Het is bijvoorbeeld geen grote stap om de bevindingen van het Stanford Prison Experiment toe te passen op de gruwelijke misstanden in de Abu Ghraib gevangenis waar Amerikaanse bewakers tijdens de tweede Golfoorlog op eigen houtje overgingen tot het folteren van Iraakse gevangenen.¹ Ook in het alledaagse leven blijkt dit rollenspel ons handelen sterk te beïnvloeden. Dezelfde twee mensen zullen zich heel anders gedragen als ze elkaar voor de eerste maal ontmoeten in de sportclub of als de nieuwe werknemer die zich aanmeldt bij de algemene directeur van een groot bedrijf. We kunnen blijkbaar niet ontsnappen aan de sociale rol waarin we ons (denken te) bevinden.

De grote relevantie van de sociale roltheorie zorgt er echter niet voor dat de theorie het volledige gedragsrepertoire van mensen kan verklaren. De theorie kan niet in formules worden gegoten waarmee we het toekomstige gedrag van een persoon in een sociale situatie met zekerheid kunnen voorspellen. Er zijn bijvoorbeeld allerlei intra- en interpersoonlijke verschillen waarvoor de sociale roltheorie geen verklaring biedt. Dit maakt sociale psychologie zo moeilijk. Er zullen altijd concurrerende theorieën bestaan die voor een stuk tot andere conclusies leiden, maar die eveneens een plausibele, gedeeltelijke verklaring bieden voor bepaalde gedragingen. Zo kan de sociale roltheorie nooit alle facetten verklaren van wat zich bij het Stanford Prison Experiment heeft afgespeeld. Sommige facetten kunnen bijvoorbeeld beter verklaard worden aan de hand van de psychologische mechanismen die maken dat mensen bijzonder gemakkelijk gehoorzamen aan autoriteit.

Tot nog toe stelden we het voor alsof dit soort problemen exclusief zou zijn voor de menswetenschappen. Dat is echter niet het geval. In een hele waaier van onderzoeksdomeinen kunnen geen eenvoudige wetten of theorieën gevonden worden die zonder uitzonderingen bepaalde gebeurtenissen kunnen voorspellen. Hiervan vinden we ondermeer voorbeelden terug in de biologie, de vaste materie fysica en de fysische geografie. Maar de meest bekende, meest exemplarische voorbeelden vinden we ongetwijfeld terug in de meteorologie. Al duizenden jaren proberen mensen het weer succesvol te voorspellen, maar telkens opnieuw blijkt dit een heikele en onzekere onderneming te zijn. In de twintigste eeuw werd meteorologie een echte wetenschap en probeerde men het weer te voorspellen door modellen op te stellen van de werking van de atmosfeer. Met zogenaamde *numerieke weersvoorspellingen* wordt getracht de toekomstige toestand van de atmosfeer in te schatten door wiskundige vergelijkingen op te lossen die de evolutie van een aantal variabelen – zoals atmosferische druk, windsnelheid, temperatuur – beschrijven. In deze modellen wordt de gehele atmosfeer opgedeeld in een driedimensionaal raster van aaneensluitende cellen. Voor elke individuele cel probeert men dan per tijdsstap te berekenen hoe de atmosfeer zich hierin zal ontwikkelen en hoe dit zijn naburige cellen zal beïnvloeden.

Het gebruik van krachtige supercomputers kwam vanaf de jaren '70 algemeen in zwang om de enorm zware berekeningen uit te voeren. Maar ook dit hielp het probleem de wereld niet uit. Ondanks alle sympathie die het televisiepubliek voor hem koesterde, stond weerman Armand Pien nooit bekend als de meest betrouwbare man in België. Tegenwoordig zijn weersvoorspellingen wel iets accurater. Voor deze voorspellingen worden de meest krachtige supercomputers ter wereld ingezet, de numerieke modellen zelf worden voortdurend verbeterd en de nieuwste weersatellieten seinen steeds meer en preciezere informatie door. Maar zelfs dit kan niet verhelpen dat de weersvoorspellingen nog regelmatig falen. Het gereputeerde National Research Council stelde nog in 1999 dat vergissingen – zeker bij voorspellingen op langere termijn – altijd onvermijdelijk zullen blijven. Zo is het relatief eenvoudig om één dag op voorhand het weer te voorspellen in een gebied dat zich in een stabiel hogedrukgebied bevindt. Het zal echter altijd moeilijk te voorspellen blijven wat er zal gebeuren op de plaats waar een hoge- en een lagedrukgebied elkaar raken. Ook hier vinden we dus weer een goedwerkende theorie die typisch op overgangsmomenten en grensgebieden gebrekkig functioneert.

Dit alles staat op het eerste zicht in sterk contrast met Newtons bevinding. Zijn appels blijven immers altijd op dezelfde manier vallen. Toch is in de twintigste eeuw gebleken dat ook de geldigheid van Newtons theorie begrensd is. Einstein toonde aan dat Newtons formulering van de zwaartekracht niet accuraat is bij objecten met hoge snelheden of grote massa's en moet vervangen worden door de algemene relativiteitstheorie. Eveneens is gebleken dat Mendeljevs schijnbaar foutloze classificatie van chemische elementen niet universeel geldig is. Sterren van vijftien tot dertig maal de massa van onze zon imploderen op het einde van hun bestaan en laten neutronsterren achter die typisch een diameter hebben van een tiental kilometer en een massa die iets groter is dan deze van onze zon. Onder de extreme drukken en temperaturen die er heersen, vallen niet alleen de atoomkernen volledig uit elkaar, maar zelfs protonen en elektronen blijven niet bestaan en hercombineren tot neutronen en neutrino's. Onder deze omstandigheden heeft Mendeljevs classificatie van chemische elementen helemaal geen nut meer.

Op het ogenblik bestaat er geen enkele theorie die onder alle omstandigheden volledig correct is. Toch blijft er een duidelijk verschil bestaan tussen Newtons of Mendeljevs bevindingen enerzijds en weersvoorspellingen, het zeven eenheden geheugenefect of de sociale roltheorie anderzijds. Het verschil is dat binnen de grenzen waarin de theorie geldig is, deze in het eerste geval bijzonder accuraat en betrouwbaar zijn en in het tweede geval enkel statistisch geobserveerd kunnen worden. Bij een zeven eenheden geheugentaak bijvoorbeeld zullen er altijd fouten gemaakt worden. Zelfs al bied je slechts drie of vier eenheden aan die gereproduceerd moeten worden, zullen er altijd toehoorders zijn die op een gegeven ogenblik een vergissing maken. Een appel zal daarentegen duizend keer op exact dezelfde wijze vallen en zal dit de duizend en eerste keer wederom doen. Louter theoretisch zou je kunnen argumenteren dat er

ook relativiteitseffecten op de appel inspelen, maar deze zijn zo miniem dat het in de praktijk volledig zinloos is om ze in rekening te brengen. Binnen het gebied waarin Newtons theorie geldig is, heeft zij een erg grote verklarende waarde.

Wat is er dan toch aan de hand? Waarom slagen we er soms in een enorm complexe werkelijkheid terug te brengen tot één formule en soms helemaal niet? De vraag is heel fundamenteel en tast de grenzen af van wat we wetenschappelijk kunnen kennen. Is de werkelijkheid in de grond eenvoudig en daardoor gemakkelijk beschrijfbaar of juist complex en dus moeilijk beschrijfbaar?

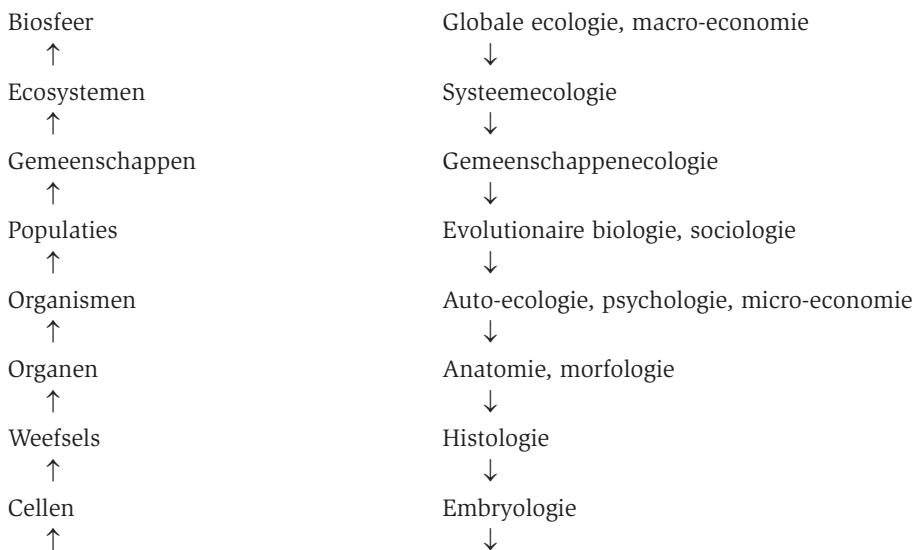
1.2 De gelaagde structuur van de werkelijkheid

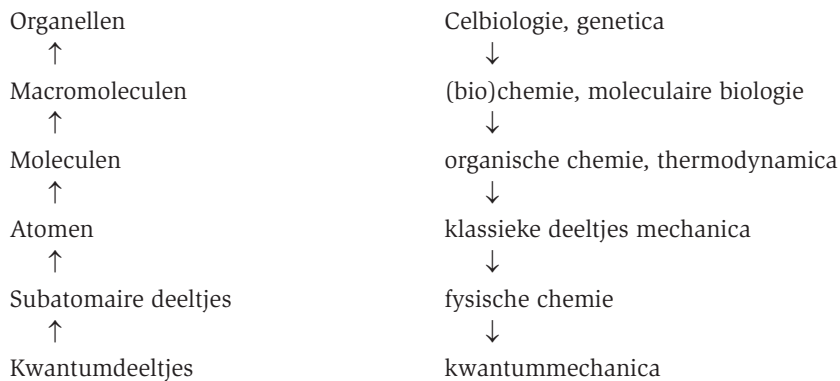
Het antwoord op deze vraag is niet eenvoudig. Er zijn een heel aantal aspecten aan de vraag die we apart moeten behandelen alvorens we tot een definitief antwoord kunnen komen. De kern van het antwoord ligt in de aanname dat de werkelijkheid op vele verschillende niveaus beschreven kan worden. Elk *beschrijvingsniveau* licht een ander aspect van de werkelijkheid toe, ook al zijn de verschillende beschrijvingsniveaus onderling gerelateerd. Het opbotsen van een volleybal bijvoorbeeld kan men beschrijven aan de hand van parameters als gewicht, veerkracht en de snelheid van de bal op het moment van impact. Men krijgt echter een heel andere invalshoek op deze gebeurtenis door het gedrag van de vezels en microvezels in de volleybal te bestuderen of door na te gaan wat zich precies op moleculair niveau afspeelt. Al deze beschrijvingsniveaus bestaan op zichzelf en hebben hun eigen wetmatigheden en eigenschappen. De relevantie van een beschrijvingsniveau is dan ook nauw gerelateerd aan wat het precies is waarin de onderzoeker geïnteresseerd is. Als hij bijvoorbeeld geïnteresseerd is in hoe hoog de bal zal opbotsen zijn parameters als gewicht, veerkracht en snelheid het meest relevant. Als hij anderzijds het slijtageproces wil begrijpen, zal hij eerder de vezelstructuur van de volleybal bestuderen.

Dit alles betekent niet dat er verschillende werkelijkheden zouden zijn die parallel naast elkaar bestaan. Er is slechts één opbotsende volleybal, één werkelijkheid, die op verschillende niveaus beschreven kan worden. De eigenschappen die we op de verschillende beschrijvingsniveaus kunnen observeren, zijn daarom onlosmakelijk met elkaar verbonden. Dit verband is in grote lijnen hiërarchisch van aard. Het ene beschrijvingsniveau staat bovenop en volgt ook uit het onderliggende beschrijvingsniveau. Hoe de opgepompte bal zal opbotsen wordt veroorzaakt door het gecombineerde gedrag van de vezels, wat op zijn beurt veroorzaakt wordt door het gedrag van de moleculen waaruit de vezels zijn samengesteld. De werkelijkheid kan dus steeds beschreven worden in een groot aantal lagen, waarbij elementen uit een lagere, onderliggende laag steeds de bouwblokken vormen voor een hogere, bovenliggende laag.

Dit verhaal moet nog iets genuanceerd worden. Er zijn een aantal uitzonderingen die niet direct in een rechtlijnige hiërarchische voorstelling ingepast kunnen worden. Zo zijn er moleculen in de volleybal die geen deel uitmaken van de vezels – zoals lijm en verfstoffen – maar die wel mee de structuur en de eigenschappen van de bal bepalen. Ze slaan als het ware een beschrijvingsniveau in de hiërarchie over. Op het beschrijvingsniveau van vezels valt over het samenwerkende gedrag van deze moleculen immers niets te zeggen omdat we op dat niveau enkel over een terminologie beschikken waarmee we de eigenschappen van vezels kunnen bespreken. Het idee van een rechtlijnige hiërarchische voorstelling moet daarom worden aangepast tot een complexere, gedeeltelijk parallelle voorstelling waar meerdere verbanden tussen de respectievelijke onderdelen en gehelen mogelijk zijn. Een andere moeilijkheid is dat binnen één beschrijvingsniveau soms meerdere verklaringen mogelijk zijn. Zo kan men het opbotsen van de bal begrijpen vanuit de mechanische eigenschappen van de vezelstructuur, maar men kan evengoed energievergelijkingen voor dit gebeuren opstellen en nagaan hoeveel van de kinetische energie tijdens een botsing in warmte omgezet wordt. Deze twee beschrijvingen staan naast elkaar en kunnen niet op een zinvolle manier hiërarchisch geïnterpreteerd worden. Rekening houdend met deze nuancerings blijft een hiërarchische voorstelling de beste kapstok om alle verschillende beschrijvingsniveaus aan op te hangen.

In de hele hiërarchie van de werkelijkheid interesseert ons vooral de vertakking waarin levende organismen geplaatst kunnen worden. De georganiseerde structuren in de linkerkolom in de lijst worden telkens opgebouwd door de componenten die zich op een lager beschrijvingsniveau bevinden (Looijen, 1999). In de rechterkolom vinden we de wetenschappen die deze structuren onderzoeken, maar hierover later meer:





Deze hiërarchische voorstelling heeft niet de pretentie exhaustief te zijn, of zelfs maar om volledig correct te zijn. Ook hier zijn er een heleboel aftakkingen en binnenwegen die de voorstelling meer diffuus maken. Een ecosysteem, dat zich helemaal bovenaan de hiërarchie bevindt, is bijvoorbeeld opgebouwd uit gemeenschappen, maar evenzeer uit losse atomen, macromoleculen en eencelligen die niet tot een grotere structuur behoren. Het is zeer complex en misschien zelfs onmogelijk om de aangepaste hiërarchische boomstructuur volledig uit te schrijven, maar in principe gaan we er wel van uit dat de verschillende beschrijvingen van de werkelijkheid op zulke wijze voorgesteld moeten kunnen worden.

Het elegante van deze wetenschapsfilosofische constructie is dat elke beschrijving op een bepaald niveau steeds gefundeerd moet worden door een beschrijving op een onderliggend niveau (Nagel, 1961; Oppenheim & Putnam, 1958). Meestal neemt men hierbij aan dat er een laagste niveau moet bestaan, waarop de gehele beschrijving van de werkelijkheid dan gebaseerd is.² Dit vertrekpunt is echter nog met vele vraagtekens omgeven. Er bestaat een redelijke consensus dat het volledige heelal samengesteld is uit een beperkt aantal soorten subatomaire deeltjes – zes kwarks en zes leptonen – die met elkaar interageren op basis van vier fundamentele krachten. Deze krachten zijn de zwaartekracht, de elektromagnetische kracht, de zwakke kernkracht (die elementaire deeltjes in elkaar kan omzetten) en de sterke kernkracht (die ondermeer kwarks samenbindt tot protonen of neutronen en deze ook samenhoudt in de kern van een atoom). Dat is echter niet het einde van het verhaal. Op dit ogenblik zijn er twee theorieën die er samen in slagen om de eigenschappen van deze vier fundamentele krachten te verklaren. Einsteins algemene relativiteitstheorie geeft een verklaring voor de zwaartekracht, terwijl de kwantummechanica een verklaring biedt voor de andere drie krachten. Jammer genoeg zijn deze twee theorieën volgens de huidige stand van de wetenschap totaal niet in overeenstemming te brengen. Ze zijn inherent contradictorisch.

1.3 Hoe bestudeer je deze werkelijkheid: Reductionisme

Met een hiërarchische opdeling van beschrijvingen geven we de werkelijkheid weer zoals wij veronderstellen dat deze is, onafhankelijk van onze waarnemingen of interpretaties. In de filosofie spreken we over de *ontologie*, de metafysische leer over *zijn*, over *wat is*.³ Sinds Kants (1781) ‘Kritik der reinen Vernunft’ weten we echter dat we niets met zekerheid over de echte werkelijkheid, over het *Ding an sich*, kunnen zeggen. De enige manier waarop de wereld zich aan ons openbaart, is immers via onze zintuiglijke waarneming en onze verstandelijke interpretatie hiervan, het *Ding für uns*. Daarom hebben we naast ontologie ook nood aan een filosofie die ons uitlegt wat we kunnen kennen. Dit noemen we de *epistemologie*, de leer van de kennis, waarmee we proberen te formuleren wat we als kennis kunnen aanschouwen. Kennis over de werkelijkheid valt immers niet rechtstreeks te observeren. Het is enkel via een beschrijving of een theorie dat we inzicht kunnen verwerven over de ons omringende wereld. Met een epistemologie hangt ook steeds een *methodologie* samen waarmee we op zoek gaan naar de wijze waarop kennis vergaard kan worden. Een methodologie is een verzameling van procedures en regels die gevolgd kunnen worden om tot wetenschappelijke kennis te komen. Daarbij is wetenschappelijke kennis die kennis die we op één of andere manier kunnen meten en waarvan we de gedane bevindingen kunnen repliceren. Bovendien moet wetenschappelijke kennis te falsifiëren zijn, wat betekent dat er mogelijkheden moeten bestaan om aan te tonen dat een theorie niet klopt [zie kader].

Falsificatie door observatie

In 1934 schreef Karl Popper zijn magnum opus ‘The Logic of Scientific Discovery’ waarmee hij de gehele wetenschapsfilosofie een nieuwe wending gaf. Hij opperde het idee dat we op geen enkele manier kunnen bewijzen dat een theorie juist is. Onze enige vorm van kennis bestaat eruit dat we kunnen bewijzen dat bepaalde theorieën verkeerd zijn. Nieuwe theorieën moeten daarom, behalve als ze rechtstreeks afgeleid kunnen worden, steeds hypothetisch geformuleerd worden. Daarna kan worden nagegaan of deze hypothese niet door wetenschappelijke observaties tegengesproken wordt. Popper spreekt in dit verband over *falsificatie door observatie*. Een theorie blijft wetenschappelijk geldig zolang hij niet gefalsificeerd wordt of tot hij opgenomen wordt in een meer algemene theorie. Je kan dus nooit bewijzen dat alle zwanen wit zijn door steeds meer voorbeelden van witte zwanen te geven. Het is misschien wel nuttig, maar het volstaat nooit. Als je echter één zwarte zwaan vindt, is ineens met zekerheid bewezen dat de hypothese dat alle zwanen wit zijn verkeerd is. De nieuwe theorie zal dan luiden dat alle zwanen ofwel wit ofwel zwart zijn. Tot er iemand met een rode zwaan komt aandraven natuurlijk.

Historisch gezien is het *reductionisme* de meest succesvolle methodologie gebleken. Newtons beschrijving van de zwaartekracht kunnen we gerust het prototypische hoogtepunt binnen deze onderzoekstraditie noemen. In haar meest ruime en alomvattende formulering probeert men in de reductionistische traditie tot de kern, de van alle ballast ontdane essentie van fenomenen, door te dringen door de irrelevante kenmerken uit concrete situaties te elimineren. Newtons theorie was hierin erg succesvol. Met één simpele wet kunnen hierdoor fenomenen verklaard worden die erg van elkaar verschillen, zoals een appel die naar de aarde valt, de beweging van een slinger of de beweging van de planeten. De theorie is bovendien in staat om op een succesvolle manier voorspellingen te doen. De planeet Neptunus bijvoorbeeld is ontdekt doordat zijn veronderstelde locatie berekend werd uit onregelmatigheden in de omloopbaan van Uranus.

Naast vele andere theorieën kunnen we ook Mendeljevs tabel van de chemische elementen of Maxwells wetten van het elektromagnetisme tot de grote successen van het reductionisme rekenen. Het lijkt erop alsof we met deze theorieën de fundamenteën van de werkelijkheid hebben blootgelegd. Praktisch gezien kunnen we de wereld rondom ons nu voorspellen, manipuleren, erop anticiperen en erop verder bouwen. Dit is het succes van het reductionisme: De realiteit kan blijkbaar gereduceerd worden tot enkele beginprincipes van waaruit alles ook heropgebouwd kan worden.

Reductionisten streven in hun theorieën een zo groot mogelijke eenvoud na. Een principe dat hierbij steeds gehanteerd wordt, is dat van Ockhams scheermes, genoemd naar de veertiende eeuwse wijsgeer. Ockhams scheermes stelt dat als je kan kiezen tussen twee theorieën met eenzelfde voorspellende kracht, je de voorkeur moet geven aan de eenvoudigste theorie, degene waarvoor de minste bijkomende aannames moeten gemaakt worden. Dit is geen wetenschappelijk bewijsbare positie, maar een epistemologische aanname, een pragmatische afspraak die door wetenschappers algemeen aanvaard wordt. Er is immers geen enkel objectief criterium om te kiezen tussen de klassieke theorie van de zwaartekracht of een theorie die stelt dat deze theorie geldig blijft tot 2032 waarna wezens uit een parallel universum ons heelal zullen binnenvallen en de zwaartekracht halveren. Vanuit de wetenschap kunnen we deze tweede theorie niet ontcrachten omdat we ze op geen enkele manier kunnen testen. De ‘parallele universum theorie’ zou best waar kunnen zijn. Ockhams scheermes stelt echter dat we deze theorie toch mogen verwerpen omdat we er nodeloze bijkomende veronderstellingen voor moeten maken. Naast simpliciteit streven reductionisten ook naar universaliteit. Een theorie wordt waardevoller naargelang hij meer algemeen geldig is. Hoe ruimer het toepassingsgebied, hoe ruimer de mogelijkheden waarin de theorie toegepast kan worden en hoe groter de wetenschappelijk verklarende waarde ervan wordt.

Het reductionisme is gebaseerd op het ontologische idee van een hiërarchisch gestructureerde werkelijkheid. Gebeurtenissen die zich op een hoger beschrijvingsniveau

afspelen, worden steeds veroorzaakt door de gebeurtenissen op een onderliggend beschrijvingsniveau. Een streng gedefinieerd reductionisme stelt dan ook dat de beste manier om een fenomeen of een proces te begrijpen er in bestaat om de causale mechanismen te bestuderen op het niveau van de samenstellende onderdelen. In een mildere formulering is het doel van het reductionisme om theorieën op een bepaald beschrijvingsniveau steeds in te bedden in theorieën op een lager beschrijvingsniveau om op deze wijze de geloofwaardigheid van die theorieën te versterken. Reductionisten verwachten zo dat de gehele werkelijkheid uiteindelijk te beschrijven is in een complexe hiërarchie van theorieën, waarbij theorieën op een lager beschrijvingsniveau de grondslag vormen voor deze op een hoger beschrijvingsniveau. De entiteiten op het laagste niveau van beschrijving vormen in deze constructie de bouwblokken van de natuur.

Hoewel het reductionistische principe duidelijk en eenvoudig lijkt, is de realiteit heel wat complexer. Reductionisme komt voor in vele vormen en gedaanten. Soms komt reductionisme er in de praktijk op neer dat een theorie geheel of gedeeltelijk vervangen wordt door een krachtigere, meer omvattende theorie. Dit is bijvoorbeeld het geval bij Galilei's wetten van de vrije val die gereduceerd worden tot Newtons theorie van de zwaartekracht. Een gebeurtenis die zich later in de geschiedenis opnieuw afspeelde toen Newtons theorie van de zwaartekracht vervangen werd door Einsteins algemene relativiteitstheorie. Soms is de hiërarchische structuur tussen reducerende theorieën dan weer veel duidelijker te observeren. Dit is bijvoorbeeld het geval waar Mendels wetten van de overerfbaarheid geïntegreerd werden in de klassieke genetica, een theorie die op zijn beurt geplaatst kon worden in de moleculaire genetica.

1.4 Hoe bestudeer je deze werkelijkheid: Fenomenologie

We kozen het reductionisme als een eerste manier om de gelaagde werkelijkheid te bestuderen. Voor elke theorie gaan we daarbij op zoek naar een onderliggende, funderende theorie tot uiteindelijk de gehele werkelijkheid teruggebracht kan worden tot de theorie van alles die de vier basiskrachten incorporeert. Een tweede manier om de werkelijkheid te bestuderen, is door bepaalde wetmatigheden te formuleren die praktisch resultaat opleveren zonder hiervoor dieperliggende oorzaken te veronderstellen. Een bepaalde orde of regelmaat wordt op een zeker beschrijvingsniveau geobserveerd en wordt als vertrekpunt genomen om een aantal gebeurtenissen op hetzelfde beschrijvingsniveau te verklaren. We spreken over *fenomenologische verklaringen*.⁴ Het idee is dat sommige fenomenen het best verklaard kunnen worden aan de hand van andere fenomenen die op hetzelfde beschrijvingsniveau geobserveerd worden.

Fenomenologische verklaringen zijn geen tweederangstheorieën. Ze maken daarentegen het grootste deel uit van onze wetenschappelijke kennis. Veelal is het niet

mogelijk om het verband met een onderliggende theorie te definiëren, terwijl er toch duidelijke oorzakelijke verbanden of efficiënte beschrijvingen op het hogere beschrijvingsniveau gevonden kunnen worden. De fenomenologische methodologie is misschien nog het duidelijkst te definiëren in een negatieve formulering: Zolang we er niet in slagen om een theorie rechtstreeks of via tussenliggende lagen te verbinden met zijn onderliggende fysische beschrijving, spreken we over een fenomenologische verklaring. We spreken in dit verband ook veelal over *methodologisch holisme* om te benadrukken dat we de gedragingen van de georganiseerde structuren als geheel bestuderen en niet louter in functie van hun samenstellende componenten.

Weersvoorspellingen zijn een goed voorbeeld van fenomenologisch onderzoek. Eigenschappen op het hoge beschrijvingsniveau, zoals een hogedrukgebied of een stormfront, worden gebruikt om andere eigenschappen op het hoge beschrijvingsniveau, zoals de hoeveelheid neerslag of zonneschijn, te voorspellen. De wetmatigheden over het gedrag van de atmosfeer worden hierbij opgesteld zonder de vraag te stellen naar de reden van deze wetmatigheden. De wetmatigheden worden zuiver empirisch opgesteld, gebaseerd op macroscopische observaties. Het aanpassen van de atmosferische modellen is hierdoor een trial and error proces waarbij steeds nieuwe regels uitgetest worden. Of een bepaalde aanpassing in het model wordt opgenomen, hangt hierbij volledig af van hoe succesvol deze aanpassing is in het voorspellen van reële situaties. De nieuwe regels komen dus niet voort uit een diep inzicht van de onderliggende processen. De vraag hoe interagerende luchtmoleculen de atmosferische wetmatigheden voortbrengen, is immers veel te complex en kan niet afdoende beantwoord worden. Maar dit doet voor een fenomenologische beschrijving niet ter zake. De werkelijkheid kan met deze modellen nu beter voorspeld en tot op zekere hoogte ook beter begrepen worden.

Hetzelfde vinden we terug bij psychologische theorieën. In het *behaviorisme* gaat men er van uit dat alle menselijke gedragingen te beschrijven zijn in termen van stimulus-responsketens. Net zoals bij Pavlovs honden die speeksel produceren bij het horen van het belletje dat het voederen voorafgaat, gaat men er van uit dat alle menselijke gedragingen het gevolg zijn van leerprocessen waarbij bepaalde responsen geassocieerd worden met bepaalde stimuli. In de *symbolische benadering van cognitie* gaat men er daarentegen van uit dat alle menselijke gedragingen te beschrijven zijn in termen van informatieverwerking. Dit betekent dat men het menselijk verstand bekijkt als een enorm computerprogramma waarbij elk gedrag het gevolg is van het sequentieel doorlopen van een verzameling duidelijk omschreven regels. De twee theorieën zijn typisch fenomenologische theorieën. Beide theorieën gaan er van uit dat een verklaring op het niveau van het gedrag, respectievelijk op het niveau van cognitie, in principe voldoende is om het menselijk functioneren te beschrijven. Vanzelfsprekend zijn ze het er over eens dat neurofysiologische processen de grondslag vormen voor gedrag en cognitie, maar ze vinden het niet noodzakelijk om de link ermee te leggen om hun theorieën waardevol te laten zijn. Dit is geen koppigheid. Ondanks vele en verwoede pogingen kan de link gewoon niet overtuigend aangetoond worden.

Op zich doet deze tekortkoming geen afbreuk aan het feit dat de wetmatigheden en patronen die bij fenomenologische theorieën ontdekt worden reëel zijn en wetenschappelijke betekenis hebben. Zo bespraken we al de kracht van de zeven eenheden geheugentheorie en de sociale roltheorie waarvan de onderliggende neuronale processen niet begrepen worden. Een ander en erg schrijnend voorbeeld vinden we in het domein van seksueel misbruik. Het blijkt dat veel mannelijke pedofielen of incestplegers in hun jeugd zelf het slachtoffer waren van seksueel misbruik (Glasser et al., 2001). Veelal vertonen ze hierbij zelfs een zelfde misbruikpatroon – leeftijdsgroep, seksuele handelingen – als hetgene ze als kind ondergaan hebben. Als een jongen als kind het slachtoffer was van seksuele misdrijven, maakt hij dus een grotere kans om later zelf ook slachtoffers te maken. Misbruikt worden als kind is zo een belangrijke factor die ertoe kan bijdragen dat een volwassen man overgaat tot seksueel misbruik van minderjarigen.

Er zijn vele theorieën die een uitleg proberen te verschaffen voor dit tegenintuïtieve gedrag, want waarom zou iemand een kind datgene aandoen waaronder hijzelf zoveel te lijden heeft gehad. Eén theorie is dat de kinderen, eens ze volwassen zijn, zich gedeeltelijk identificeren met hun belager en daarom tot soortgelijk gedrag overgaan. Een andere theorie is dat het plegen van deze misdrijven als volwassene compenseert voor het gevoel van machteloosheid dat ze als kind-slachtoffer ondervonden. Er bestaat echter geen sluitende verklaring voor het slachtoffer-naar-daderfenomeen. De theorieën zijn onvolledig, belichten andere aspecten van het probleem en spreken elkaar zelfs gedeeltelijk tegen. Toch bevatten ze allemaal een grond van waarheid die ondermeer kan helpen om de slachtoffers therapeutisch bij te staan. Reductionistische theorieën kunnen dit helemaal niet. Er is zeer weinig geweten over hoe we dit psychologische fenomeen moeten beschrijven in termen van neurofysiologie. Verder afzakken op de reductionistische ladder brengt al helemaal geen soelaas. Het gedrag van één neuron of van de biochemie die achter de werking van dit neuron zit, zal nooit een bevredigende uitleg kunnen verschaffen over waarom misbruik als kind ertoe kan leiden dat er zich op volwassen leeftijd een seksuele aantrekkings tot kinderen ontwikkelt.

1.5 Verschillende methodologieën, maar toch gelijkend

Met fenomenologie en reductionisme beschikken we over twee methodologieën waarmee we de wereld rondom ons kunnen onderzoeken. Het soort kennis dat we ermee over de werkelijkheid opdoen, is in beide gevallen sterk verschillend, maar dit betekent niet dat de methodologieën onverenigbaar zouden zijn. Integendeel. Als we er van uitgaan dat de gehele werkelijkheid gebaseerd is op vier basiskrachten en een beperkt aantal fundamentele deeltjes, moeten de fenomenologische theorieën op een of andere manier in een reductionistisch kader te passen zijn. Fenomenologie en

reductionisme, die respectievelijk het geheel dan wel de samenstellende onderdelen bestuderen, hoeven elkaar niet uit te sluiten, maar kunnen elkaar juist aanvullen. Sterker nog, in een ideale situatie zijn ze onderling afhankelijk van elkaar. Enerzijds is het zo dat een reductionistische verklaring steeds de geldigheid van een fenomenologische theorie zal versterken. Anderzijds zullen we in de realiteit altijd eerst kennis opdoen over het fenomeen op het hoge niveau van beschrijving, want om te kunnen reduceren, moet er in de eerste plaats een theorie zijn om te kunnen reduceren. In vele gevallen is dit erg duidelijk en dienen fenomenologische theorieën als een voorbode of gids voor reductionistische theorieën. In de biologie bijvoorbeeld worden processen veelal eerst op organisatorisch niveau begrepen alvorens het moleculair of cellulair functioneren ervan wordt blootgelegd.

In 1735 publiceerde de Zweed Linnaeus zijn ‘Systema Naturae’ waarin hij probeerde om de gehele fauna en flora in een hiërarchisch systeem te classificeren. Een mens behoort bijvoorbeeld tot de soort sapiens, welke behoort tot het genus homo, de orde der primaten, de klasse der gewervelden en uiteindelijk tot het koninkrijk der dieren. De criteria die Linnaeus gebruikte voor zijn classificatie waren grotendeels gebaseerd op morfologische kenmerken: Een dier met acht poten is een spinachtige en een dier met veren is een vogel. Ongetwijfeld heeft Linnaeus’ classificatie Darwin geholpen om zijn evolutietheorie op te stellen, welke op zijn beurt weer geleid heeft tot een beter classificatiesysteem. Bij Linnaeus’ classificatie was er nog steeds een interpretatie nodig om de verschillende soorten in te delen, een interpretatie die bij pakweg het classificeren van chemische elementen niet nodig is. Zo’n 50 jaar geleden echter kwam de cladistiek opzetten, waar men ervoor koos om de soorten in te delen op basis van hun evolutionaire afstamming. De fenomenologische onderverdeling kreeg zo een reductionistische onderbouw, want soortvorming is natuurlijk het gevolg van het evolutionaire proces. Het bleek dat Linnaeus’ oorspronkelijke taxonomische indeling in grote lijnen correct was, maar dat men toch enkele verbeteringen kon aanbrengen. Met de recente opkomst van de genomidentificatie – waarbij de exacte samenstelling van het genetisch materiaal wordt afgelezen – kan men deze classificatie nog verder verbeteren.

Het verband tussen beide onderzoeksmethodes – reductionisme en fenomenologie – kan als volgt begrepen worden: Een theorie die op een bepaald beschrijvingsniveau geformuleerd wordt, legt steeds een aantal oorzakelijke verbanden tussen bepaalde concepten bloot en geeft zo inzicht in een specifiek proces of fenomeen. Andere aspecten van dit fenomeen of proces kunnen ook op een lager niveau beschreven worden, alwaar dan andere oorzakelijke verbanden tussen andere concepten gevonden worden. Met zogenaamde *brugwetten* of *correspondentieregels* kan de connectie tussen deze twee beschrijvingen vervolgens worden duidelijk gemaakt, waardoor een fenomenologische theorie in principe een reductionistische theorie wordt. Brugwetten zijn bepaalde wetmatigheden die de overgang tussen de verschillende beschrijvingsniveaus ofwel exact ofwel benaderend beschrijven (Kripke, 1972; Nagel, 1961;

Schaffner, 1993). Voorbeelden van zulke brugwetten zijn ‘Genen komen overeen met stukjes DNA’ of ‘De temperatuur van een gas komt overeen met de gemiddelde kinetische energie van zijn moleculen’.

Jammer genoeg gaat dit verhaal in de praktijk niet altijd op en voor vele fenomenologische verklaringen wordt helemaal geen reductionistische onderbouw gevonden. Dit is bijvoorbeeld het geval voor psychologische en sociologische verklaringen of bij het maken van weersvoorspellingen. Nochtans is het bij deze theorieën geen enkel probleem om het relevante onderliggende beschrijvingsniveau te identificeren. Het gedrag van de atmosfeer komt op één of andere manier voort uit interagerende moleculen, psychologische processen zijn het gevolg van interagerende neuronen en sociologische processen worden veroorzaakt door interagerende individuen. Het probleem bij deze voorbeelden is dat nooit gevonden kan worden hoe deze interacties exact gebeuren. Het verband tussen de verschillende beschrijvingsniveaus is bijzonder complex en het is niet mogelijk dit te vertalen in een verzameling goed functionerende brugwetten. Er zijn zelfs een aantal wetenschapsfilosofen die er voor pleiten dat fenomenologische theorieën en reductionistische theorieën naast elkaar bestaan en niet in eenzelfde wetenschapsfilosofisch kader geplaatst kunnen worden.⁵ Er valt inderdaad iets voor te zeggen dat het onderscheid tussen de twee methodologieën in de praktijk nooit overbrugd kan worden.

Het is belangrijk om dit goed te begrijpen. We gaan nog steeds uit van het ontologische idee dat de verschillende beschrijvingsniveaus uit elkaar voortvloeien. Er is immers maar één werkelijkheid, al kan die dan op verschillende niveaus beschreven worden. Zuiver theoretisch kan hierdoor elke fenomenologische theorie, voor zover deze correct is, altijd in een reductionistisch kader gepast worden. In principe zijn alle psychologische theorieën dus in overeenstemming te brengen met de wetten uit de chemie en fysica. Maar zoals we zonet zagen, is dit in de praktijk niet het geval. En daar komt het uiteindelijk op aan. Want het reductionisme is geen ontologische positie, geen metafysische stellingname, maar een methodologie die ons in de concrete praktijk moet helpen om inzicht te verwerven.

Eigenlijk heb je als wetenschapper zelfs niet de keuze. De keuze ligt vast op het moment dat je jezelf inschrijft in een bepaalde onderzoekstraditie: Wat maakt of een theorie fenomenologisch dan wel reductionistisch is, is een vanzelfsprekend gevolg van het onderzoeksdomein waarin het werk wordt verricht. Een theorie staat immers nooit zomaar op zichzelf, maar krijgt betekenis in zijn relatie tot het geheel van aansluitende theorieën. Het onderzoek van een elementaire deeltjesfysicus is dus bij voorbaat reductionistisch, terwijl traditioneel psychologisch onderzoek bij voorbaat fenomenologisch is.

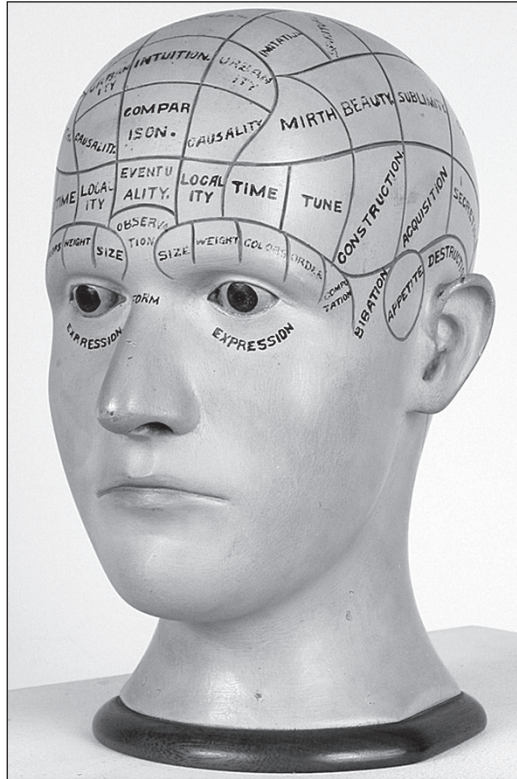
Psychologen zijn er zich terdege van bewust dat hun theorieën niet ingebed zijn in theorieën over de precieze neurofysiologische werking van de hersenen en ze beseffen

evenzeer dat hun vakgebied veel solider en betrouwbaarder zou zijn, mocht dit wel het geval zijn. Dit is de reden waarom psychologen tegenwoordig graag de bevindingen uit hun theorie toetsen aan de resultaten van hersenscans. Hiermee kunnen ze weliswaar niet aantonen hoe de precieze interacties tussen neuronen aanleiding geven tot een bepaald observeerbaar psychologisch gedrag, maar op zijn minst kan worden beweerd dat hun theorie niet in tegenspraak is met wat er zich in de hersenen afspeelt.

Het gebruik van hersenscans ter ondersteuning van psychologische theorieën kunnen we zo bekijken als een rudimentaire vorm van reductionisme. Hoewel de exacte, oorzakelijke processen niet worden blootgelegd, wordt er wel een verband gelegd met de onderliggende fysische realiteit. Met technieken als PET en fMRI probeert men om de hersenen op te delen in functionele compartimenten die elk hun eigen specialisatie hebben. Bij PET (*Positron Emission Tomography*) wordt een kortlevende radioactieve stof gehecht aan metabolisch actieve moleculen zoals suiker of water, die vervolgens in de bloedbaan worden geïnjecteerd. Tijdens het uitvoeren van een bepaalde cognitieve taak – zoals hoofdrekenen of het herkennen van gezichten – meet men vervolgens welke delen van de hersenen de hoogste concentratie aan radioactiviteit bevatten. Omdat de hoeveelheid radioactiviteit samenhangt met een verhoogde bloedcirculatie en dus ook met een verhoogde metabolische activiteit, leidt men hieruit af dat deze hersendelen verantwoordelijk zijn voor het uitvoeren van de cognitieve taak. Een andere veelgebruikte technologie is fMRI (*functional Magnetic Resonance Imaging*) die vertrekt vanuit de vaststelling dat actieve neuronen meer zuurstof verbruiken. Dit heeft tot gevolg dat de hemoglobinemoleculen – moleculen in de rode bloedcellen die instaan voor het vervoeren van zuurstof – grotendeels gedeoxydeerd zijn in een actieve hersenregio. Dit kan gemeten worden omdat hemoglobine diamagnetisch is in verbinding met zuurstof, maar paramagnetisch wordt als het haar zuurstof afgeeft.

Over de precieze status van deze vorm van reductionisme bestaat erg veel discussie. Een eerste moeilijkheid is dat de hersenscans een onrechtstreekse meting zijn van de hersenactiviteit en er zijn vele indicaties dat deze metingen niet steeds overeenkomen met de reële hersenactiviteit. Zo is er recente evidentie die erop wijst dat het versturen van neuronale elektrische signalen – waarop de werking van de hersenen gebaseerd is – niet altijd samenhangt met een verhoogde metabolische activiteit. Een tweede moeilijkheid is de veronderstelling dat een bepaalde taak of subtaak steeds door een welomschreven deeltje van de hersenen verwerkt zou worden. Nieuwe wetenschappelijke ontdekkingen geven echter aan dat het oplossend vermogen van de hersenen voornamelijk voortkomt uit de complexe interacties tussen vele verschillende hersendelen, interacties die niet worden gemeten met de traditionele hersenscans. Het is duidelijk dat de huidige hersenbeeldtechnieken niet de gedetailleerde oorzakelijke processen in beeld kunnen brengen, zoals met een echt reductionistische methodologie wel het geval zou zijn. Uttal (2001) spreekt met enige zin voor overdrijving over de nieuwe frenologie, naar het beeld van de negentiende eeuwse pseudowetenschap die

beweerde menselijke karaktertrekken af te kunnen leiden uit de vorm van de schedel [zie figuur 1.1].



FIGUUR 1.1. Halverwege de negentiende eeuw probeerden frenologen om persoonlijkheidskenmerken af te leiden door de bulten en instulpingen van de schedel te ‘lezen’.

Wij willen hier niet verder ingaan op de status van de hersenscans. Voor ons is het op dit punt vooral van belang te weten dat er een duidelijk onderscheid bestaat tussen reductionisme en fenomenologie en niet zozeer waar we de scheidingslijn in het vage overgangsdomein plaatsen.

1.6 Verkeerd onderzoeksinstrument

In theorie gaan het reductionisme en de fenomenologie steeds op zoek naar de meest elementaire beschrijving van fenomenen, waarbij niets verbiedt dat deze beschrijving op sommige niveaus erg complex kan zijn. Het scheermes van Ockham stelt immers

als enige voorwaarde dat men nooit overbodige aannames mag maken bij het formuleren van een theorie. In de praktijk is er hiernaast echter de bijkomende premisse dat op elk beschrijvingsniveau eenvoudige theorieën gevonden zullen worden. Hierbij aansluitend wordt ook verwacht dat het theoretische verband met het onderliggend niveau eveneens eenvoudig zal zijn. Wetenschappers gaan er zo stilzwijgend van uit dat een correcte theorie steeds ‘elegant’ moet zijn: Ze nemen aan dat een correcte theorie steeds zal bestaan uit een beperkt aantal concepten en een beperkt aantal organisatorische principes. Hiervan uitgaande heeft het reductionisme al vele successen geboekt (Newton, Maxwell, Mendeljev) en dit voedt de hoop dat de gehele werkelijkheid zo in elkaar zit. Voor dit laatste bestaat echter geen bewijs. Integendeel, alles wijst erop dat de werkelijkheid op de hogere beschrijvingsniveaus wel eens intrinsiek complex zou kunnen zijn. Ondanks grote inspanningen slaagt men er inderdaad niet in om het gedrag van de mens, het weer of de beurs in een eenvoudige theorie te gieten die sluitende voorspellingen mogelijk maakt.

Als methodologie komen het reductionisme en de fenomenologie in grote problemen als verschijnselen niet in een elegante theorie gegoten kunnen worden. Ten eerste slaagt men er bij complexe verschijnselen niet in om fenomenologische theorieën op hoge beschrijvingsniveaus correct en algemeen geldend te formuleren en ten tweede kunnen ook de reductionistische brugwetten niet sluitend geformuleerd worden (Popper, 1974). De meest eenvoudige beschrijving van een enorm complex gegeven blijft immers nog steeds erg complex. Deze beschrijving kan dan ook niet gemakkelijk gevonden worden. In dit boek beweren wij dat er iets schort aan de impliciete aannames dat de beschrijvingen op hoge niveaus en de beschrijvingen van de overgangen tussen de verschillende niveaus steeds relatief gemakkelijk geformuleerd kunnen worden. Wij beweren dat er geen eenvoudige waterdichte theorieën opgesteld kunnen worden die de sociale roltheorie of het zeven eenheden geheugeneffect efficiënt en elegant uitleggen. Evenmin verwachten wij dat er ooit een simpele formule gevonden zal worden die plots het geheim van het bewustzijn ontsluit. Op de hoogste beschrijvingsniveaus kan de werkelijkheid simpelweg niet eenvoudig beschreven worden.

Los van de vraag of het mogelijk is, moeten we ons bovendien afvragen of het formuleren van waterdichte theorieën op hoge beschrijvingsniveaus wel zinvol is. Want de meest simpele beschrijvingen van fenomenen op de hogere niveaus zijn waarschijnlijk nog steeds zo complex dat ze ons amper inzicht verschaffen. Als we voor elk klein fenomeentje duizenden voorwaarden moeten formuleren om tot een volledig correct voorspellende theorie te komen, wordt het geheel enorm onoverzichtelijk. Op deze wijze schieten we uiteindelijk ons doel – het begrijpen van de werkelijkheid – voorbij. We concluderen dan ook dat het reductionisme en de fenomenologie, op zoek naar de eenvoud in fenomenen, een verkeerd onderzoeksinstrument zijn om deze complexiteit te doorgronden. Het is alsof we met een microscoop de planetenbewegingen willen onderzoeken. Theoretisch kan het wel, maar het gaat niet goed.