

In dit artikel poog ik de verdiensten van de reductionistische denktrant te schetsen, onder andere door deze te stellen tegenover de complementaire houding, die ik met hiërarchisch aanduid. Wanneer op deze wijze inzicht verkregen is in het rendement van de reductionistische strategie, is daarmee tevens de weg vrijgemaakt om stil te staan bij de vraag waar deze verhoogde effectiviteit nu wel goed voor is.

1

Reductionisme kan als volgt kort omschreven worden: het is de naam van de opvatting dat onze kennis reducibel is, dat wil zeggen geen barrières kent.

Het reductionisme kan om te beginnen misschien het beste gedemonstreerd worden aan een van zijn hedendaagse vormen, het *fysicalisme*. Daarin wordt gesteld dat het universum — dat wij kunnen kennen — in principe fysisch te beschrijven is, en dat de fysica die daarvoor nodig is, één theorie is. Om deze laatste opvatting qua herkomst te duiden zou ik het voorbeeld willen geven van de theorie van de warmte. Uit de opkomst van de stoommachine resulteerde onder andere een wetenschappelijke belangstelling voor het fenomeen warmte, en er groeide van 1750 tot in het begin van de 19e eeuw een fenomenologische warmteleer, die door Carnot, Clausius e.a. in de loop van de 19e eeuw in de vorm werd gegoten van een axiomatisch-deductief systeem, toen het ideaalbeeld van een wetenschappelijke theorie.

Het betrof een complete beschrijving van het macro-fenomeen *warmte*. In de fysica werd onder andere door Maxwell de thermodynamica, zoals boven beschreven subdiscipline genoemd wordt, beschreven en verklaard door gedrag van moleculen, opgevat als kleine harde bollen in eeuwige beweging. Deze kinetische gastheorie, op zijn beurt een stuk van de statistische mechanica geworden, verklaarde 'warmte' met behulp van een theorie over molecuulgedrag. Dit is een reductionistisch voorbeeld van grote schoonheid, en een niet gering succes, dat veel fysici het geloof gaf, dat het zoeken naar één universele fysische theorie de moeite waard is. Vandaar het fysicalisme als opvatting die nu nog aanhangers vindt.

Ik zou deze vorm van reductionisme willen noemen een *van het eerste niveau*. In veel disciplines komt deze denkstroming voor, vaak al sinds eeuwen. Laat ik wat voorbeelden noemen.

In de filosofie zijn *materialisme* en *idealisme* twee van de bekendste. Voor de aanhangers van de eerste, in Griekenland geboren opvatting, is alles terug te brengen tot manifestatie van materie. Deze stroming is levend gebleven tot op heden; een beroemd voorbeeld ervan is G. Büchner met zijn boek *Kraft & Stoff* (1855) — dat veel stof deed opwaaien! — de andere categorie, die in Plato zijn profeet vindt, houdt het erop, dat alles verschijningsvorm van de geest is. Ook hier vindt men nu nog aanhangers, een bekende 19e eeuwse wijsgeer die dit idee in extremis uitdroeg, was Hegel. De hele continu versus discontinu discussie in de moderne fysica, waarbij Schrödinger en Einstein tegenover de Kopenhaagse school van Bohr c.s. kwamen te staan, is niets anders dan een moderne versie van de materialisme/idealisme dialoog.

Een geheel andere Griekse denksfeer is die van Pytagoras, voor wie alles — kort gezegd — getal was. Ook de elementen-reductie is ons van de Grieken bekend (water/vuur/aarde/lucht).

Een vak als de wiskunde kent ook zijn reductionistische tendensen. Ik wil hier even kort ingaan op de problematiek van de grondvesting van de wiskunde. Omstreeks 1850 heerste grote bezorgdheid over de consistentie van bepaalde gebruiken in de wiskunde — met name het hanteren van het oneindig kleine binnen de differentiaal- & integraalrekening (toen bijna 200 jaar oud!). Men probeerde de zaak tot op de bodem uit te zoeken en, mede door de inzichten die G. Cantor omtrent het oneindige wereldkundig maakte, was men rond 1900 zover, dat drie stromingen claimden de wiskunde te kunnen terugbrengen tot een subdiscipline. Russell opteerde voor logica, Hilbert voor formalisme, en Zermelo voor verzamelingentheorie. De Bourbaki-school van de afgelopen decennia heeft zo'n programma in praktijk gebracht — met als grondslag de categorieënleer, en er is immens respect bij wiskundigen voor dit schoolvoorbeeld van reductionistisch denken.

In de biologie wil ik het *darwinisme* memoreren; de evolutietheorie doorbreekt op een aantal plaatsen het normale denken van die tijd, ik noem de scheppingstheorie (catastrofenleer) en de afstamming van de mens. Darwins (en Huxley's) continu model van de ontwikkeling van aarde en zijn bewoners is in feite reductionistisch: geen onverklaarbare sprongen meer, maar een rationeel te traceren ontwikkelingsproces. Nu kan ik wat uitvoeriger ingaan op het fysicalisme, omdat het zijn plaats kent in de bovengeschetste traditie, die binnen elk wetenschapsgebied zijn invloed heeft doen gelden.

Na het langzaam losweken van de natuurkunde uit het christelijk-aristotelisch wereldbeeld door Kepler, Galileï en hun tijdgenoten komt de grote bevrijding via Newtons principia. Het wordt de mensen duidelijk dat natuurwetten niet alleen aardse processen, zoals het vallen van voorwerpen, maar ook de hemelse gang van zaken beheersen. In Laplace vindt dit idee zijn extreemste vorm: met wetten en beginvoorwaarden gegeven is de evolutie

van ons universum in al zijn details voor een voldoende bevattelijk denkraam op elk moment te geven. Het *determinisme* is geboren. In de 18e eeuw al had onder andere Voltaire de rol van God al gereduceerd tot die van 'de figuur die het startschot geeft'. Aan het einde van de 19e eeuw is de Laplaciaanse situatie dan volgens de fysici nabije realiteit; met de fysica is men klaar, het is nog slechts kwestie van het verplaatsen van de komma in het verfijningsproces van het determineren van de natuurconstanten. Het begin van de 20e eeuw, op zovele terreinen van menselijke actie een ontregelend tijdperk, doorbreekt deze schone droom. Een doorbraak van problemen, zoals 'de stralen', de 'relativiteit', de 'quanten' wordt gevolgd door een koortsachtig zoeken naar oplossingen. Als de stofwolken optrekken, zijn relativiteitstheorie en quantummechanica geformuleerd, later verwerkt tot één theorie, de relativistische quantummechanica. Hier hebben we dan het beloofde land! Deze theorie bevat niet alleen de Newtonse mechanica, maar de gehele fysica! En niet alleen dat, ook de chemie is nu slachtoffer geworden van de annexatiedrang. Zoals een verklaring van Mendeljeffs periodiek systeem al halverwege tussen chemie en fysica inhangt, zo heeft nu de quantummechanica deze tendens afgerond: chemie is gecompliceerde fysica. En het reductionisme schrijdt voort: biochemie, microbiologie; daar ligt nu de grens, in het niemandsland waar het leven begint, bij de cel en zijn opbouw, de virussen en de macromoleculen DNA en RNA. In deze historische beschouwing is het reductionisme een denktrant gebleken, die niet weg te denken, noch te onderdrukken is. De chaos rond 1900 blijkt in retrospect voor het reductionisme een '*reculer pour mieux sauter*'.

Er is ook reductionisme *op een hoger niveau*. Ook hier zijn allerlei voorbeelden te vinden over het totale kennisgebied verspreid. Laat ik beginnen met Descartes, die zich afvroeg hoe wij aan onze kennis komen, en zich begaf in een twijfelexperiment waaruit hij gelouterd te voorschijn kwam. Hij redeneerde als volgt: niets is bij voorbaat zeker, behalve dat ik nu twijfel, dus *kán* twijfelen. Twijfelen is een vorm van kritisch denken (bij Descartes tenminste!), en daarom vond Descartes dat hij bezig was met denken (en dat hij er dus in die zin *wás*, dat was klaar en duidelijk). Vanuit dit axioma bouwt hij aan zijn zekere kennis, secuur gegrondvest in zijn '*cogito ergo sum*'. Vóór Descartes had Socrates, aan het denken gezet door een uitspraak van het orakel van Delphi, al geconcludeerd dat hij daarom de allerwijste werd genoemd, omdat hij tenminste wist dat hij niets wist! Hij ging Descartes voor in zijn methode: de systematische twijfel.

Een andere fameuze Griek grondvestte het systeem van de geometrische kennis op een zeer bijzondere wijze. Hij ging uit van vooroordelen, die zo klaar en duidelijk waren dat hun grootste bezwaar — namelijk dat ze nimmer te bewijzen zouden zijn — werd opgeheven, omdat men onmogelijk aan ze

kon twijfelen. Met bewijsregels die mede gegeven werden kon zo alle kennis in een axiomatisch-deductieve vorm gegoten en werd alles te bewijzen als waar of onwaar vanuit deze vooroordelen. Deze opzet heeft zo ons denken beïnvloed, dat de hele wiskunde nu in deze stijl wordt gepresenteerd; dan is hij pas volwassen. In de natuurkunde presenteerde Newton zijn vondsten in deze vorm (hij deed zelfs alsof hij ze zo bedacht had), Spinoza's ethiek is naar Euclidisch model, en (om een modern voorbeeld te noemen) Woodgers theorie van de biologische systemen is een rigoreus axiomatisch-deductieve.

2

Wat staat er nu tegenover het reductionistisch denken? Het *hiërarchische* denken, dat onoverbrugbare kloven in onze kennis ziet. Hierover zal ik veel korter zijn; misschien kan iemand anders de merites van deze denktrant eens aan de orde stellen. Ik zal volstaan met enkele voorbeelden.

Op het eerste niveau is een prachtig voorbeeld: het *behaviorisme**. Wanneer we afzien van de gedachtengang die tot het behaviorisme heeft geleid, kunnen we in onze omschrijving kort zijn. Het innerlijk is niet (kenbaar) meer dan zijn uiterlijke manifestaties; vandaar dat we ons bij beschrijving tot deze laatsten kunnen beperken. Het innerlijk tot object van studie maken is zinloos, dus overbodig. Op de gevolgen van dit soort argumenten kom ik verderop terug.

Een andere, misschien duidelijker vorm van hiërarchisch denken vinden we bij het *holisme*. Hier wordt geclaimd dat bij bepaalde niveaus van complexiteit in de opbouw van objecten binnen onze kennissfeer het geheel essentieel meer is dan de som der delen. Dit 'extra' wordt soms a priori buiten onze kennissfeer geplaatst; zo deden de vitalisten dit met hun entelechie. Daar ligt een gaaf voorbeeld van hiërarchisch denken, waarbij de kloof bij voorbaat tot permanent wordt verklaard. Afgezwakte vormen claimen per niveau slechts daar geldende wetmatigheden, die niet reducibel zijn.

Roepen we de voorbeelden van thermodynamica en chemische theorie van het molecuul aan om te laten zien dat bij voorbaat deze houding aannemen niet de meest vruchtbare is. Zo was er in de jaren twintig een discussie over

* Over het behaviorisme zou ik het volgende willen toevoegen. Watson stelt zich hiërarchistisch op. Hij ontkent het bestaan van het innerlijk niet, zegt echter dat uitspraken over dat innerlijk niet binnen de wetenschap kunnen vallen. Met andere woorden: hij past de verbodsregel toe. Skinner gaat dan nog eens Watson met Ockams scheermes te lijf en verwijderd zo het innerlijk uit het behavioristisch universum. Deze twee-traps amputatie zou ik niet onder het reductionisme willen klasseren: let wel, Ockams scheermes is een pure vorm van ontologische reductie, en daar gaat het in dit artikel juist niet over.

waar de grens lag tussen dode materie en levende. Een groep biologen wist dat deze grens lag bij de *cel*. Onderdelen ervan leven niet; de cel zelf vertoont alle kenmerken van leven.

Ter lering wil ik het vervolg hierop geven. Deze specifieke grens is verdwenen, dat wil zeggen kent geen aanhangers meer. Hiermee wil ik niet anders zeggen dan dat a priori kennis van deze soort begrenzingen a posteriori allereerst kwetsbaar uitwerkt vanwege zijn gebrekkige waarheidsinhoud. Daarbij dient vermeld dat de grensverschuiving niet is bewerkstelligd door degenen die de grens zo duidelijk zagen; integendeel, hun kennis verschaften hen een alibi om niets te doen. Het zijn reductionisten van het zuiverste water, zoals Crick & Watson (lees *The double helix*, een beschrijving van de ontdekking van de structuur van DNA door Watson zelf) die de moed hebben om in mechanistische modellen te denken, en zo de structuur te ontdekken van het genetisch materiaal, de codeopslag en het reproductiemechanisme. Ten slotte doet het er niet zo veel toe, dat de grens nu ergens bij de macromoleculen ligt; wanneer het proces zich herhaalt, kan men van hardleersheid spreken van de kant van de hiërarchisten.

Op het hogere niveau vinden we ook hiërarchistisch denken. Een goed voorbeeld is de essentiële kloof tussen enerzijds rationele kennis, anderzijds geopenbaarde kennis. De wetenschappelijke kennis — voorzover zij het stempel mag dragen van kennis — zal nooit anders zijn dan een eiland in onze totale kennis. Delen van onze kennis zijn niet door middel van de ratio te analyseren. In dit verband wil ik er op wijzen dat bij voorbeeld het humanistisch denken kritisch staat tegenover deze indeling van onze kennis. Ons kritisch kenapparaat is er voor het gehele gebied van de menselijke kennis!

3

Waarom propageer ik het reductionistisch denken? Ik kan niet anders argumenteren dan dat binnen de groei van de wetenschap dit een vruchtbaar principe is; zijn dynamiek leidt tot grensverschuiving. Wanneer we ons met ons blikveld buiten de wetenschap begeven, krijgen we een heel ander beeld, waarover verderop.

Ik heb al gesteld dat de overtuiging van het reductionisme een geloof, een vooroordeel is. Misschien kunnen we dit in een minder beladen perspectief brengen door enkele verwante vooroordelen naar voren te brengen. Zo begint Einstein zijn artikel over de speciale relativiteitstheorie met een beschrijving van een situatie, al 30 jaar dan bekend, maar hem een doorn in het oog. Zijn gevoel voor symmetrie zegt hem dat hier iets niet in orde is. Uit deze waarneming put hij het motief om zijn speciale relativiteitstheorie te formuleren. Later komt dit motief bij hem keer op keer naar voren als een heuris-

tisch gezichtspunt, dat veel van zijn gedachtengang verklaart (foto-elektrisch effect, de trein, de lift, $E = mc^2$). Over Einstein en het foto-elektrisch effect gesproken: dit kwam een zekere Millikan allemaal zo onwaarschijnlijk voor, dat hij besloot al zijn tijd te wijden aan een ontkrachting van dit bizarre verhaal. Van 1905 tot 1916 is hij hiermee bezig, een fantastisch experiment, en het resultaat is — hij geeft het ruiterlijk toe — dat hij Einsteins theorie bewijst en zo zijn roem verwerft. Geloof kan bergen verzetten — ook in de wetenschap!

Een sterk staaltje hiervan is de evolutie van de behoudswetten binnen de fysica. Telkens wanneer de natuur ons een lesje geeft, zijn wij bereid de behoudswet meeromvattend te formuleren, zodat het lesje ingepakt wordt en onschadelijk is. Lavoisier en Einstein zijn hiervan twee voorbeelden (behoudswetten in chemische processen, behoudswet via $E = mc^2$). Wanneer we niet geloofden aan de behoudswet, waren we door de tegenbewijzen al lang van ons propos gebracht! Zo ook in de wiskunde. De tweede Gödelstelling vertelt ons dat we nooit zullen weten of onze wiskunde consistent is, als alles goed gaat, maar dat we elk ogenblik kunnen ontdekken dat alles voor niets was, omdat het hele wiskundegebouw instort. Toch gaan wiskundigen rustig door, niet alleen met het verder bouwen, maar ook met consistentieonderzoek.

In het laatste voorbeeld gaan geloof en reductionisme zelfs hand in hand. De universele rekenmachine van Turing kan, met oneindig geheugen, ongehooflijk veel. Church, een logicus, gelooft nu dat precies alles wat deze machine kan, berekenbaar is door ons. Wat wij kunnen, kan het ding; wat het ding kan, kunnen wij.

De opbouw van het centrale argument is dus: je kunt geloven, maar er is verschil:

hiërarchie: er is een kloof $\rightarrow$ in de leunstoel terugzakken

reductie : er is geen kloof $\rightarrow$ aan het werk.

Laat ik aanhalen wat Tinbergen resumeerde betreffende onze kijk op het verschil tussen mens en dier. 'It was said that 1) animals cannot learn; 2) animals cannot conceptualize; 3) cannot plan ahead; 4) cannot use, much less make tools; 5) it was said they have no language; 6) they cannot count; 7) they lack artistic sense; 8) they lack all ethical sense'. Het hoeft niet te verbazen dat Tinbergen zelf . . . feels that all such distinctions have either been dropped or come to be seen as difference of degree and *not* as aspects of a fundamental discontinuity! We mogen het erover eens zijn dat de mensen die het onderscheid tussen mens en dier zo scherp zagen, zich niet hebben ingespannen om te bewerkstelligen dat onze inzichten zich de laatste jaren zo verrassend hebben verdiept (aap en taal, dolfijnen en begripvorming). Wat wél voor een deel op hun rekening mag worden geschoven is de

houding tegenover dieren die manifest wordt in de bio-industrie en in proeven op dieren. Welk bewust denkend mens zou zo'n last willen dragen?

Dit brengt mij terug op de vraag wat vooroordelen doen binnen ons rationeel kennen. Laten we onderscheid maken tussen de kennis (denk aan een bibliotheek van een wetenschappelijke instelling), de kenniscroei (de aanwinsten van dit jaar van de UB), en de dynamiek van de kenniscroei. In het laatste speelt 'geloven' een sterke rol. Zo ook in de dynamiek van kunst — en literatuuraanwas — denk aan de beginselverklaringen van kunstenaars en literatoren. Het geloven gaat vaak voor de actie (en ook voor de stilstand!) uit.

In dit kader moet ik ook het principe van de verbodsregel bespreken. Vaak formuleert men ongewild een verbodsregel die onderzoek op een bepaald terrein stagneert. Wanneer Popper in zijn *Logic of scientific discovery* op blz. 38 tot de vraag komt of er een logic of scientific discovery mogelijk is, beantwoordt hij dit met een negatie. (Het zal zelden voorkomen dat iemand het bestaan van iets ontkent aan het begin van een verhandeling die wordt aangekondigd juist daarover te gaan.) Wat is zijn redenatie? Wetenschappelijke ontdekkingen komen tot stand dank zij een irrationele act, en daarom is research naar de gang van zaken bij zulke ontdekkingen zinloos. Ook Popper kon daarna in zijn leunstoel terugzakken, om 30 jaar later voorzichtig uit zijn sluimer te worden gewekt door Kuhn en Feyerabend.

Een dergelijke situatie komt vaak voor. De verbodsregel is geen wetenschap; hij ligt binnen de metataal, maar in plaats van metawetenschap gaat het hier om geloof, en wel geloof dat stagnerend werkt. In de moderne natuurkunde is de quantummechanische opvatting dat terugkeer naar het determinisme onmogelijk is, precies zo'n credo. Een wat gezelliger voorbeeld, voornamelijk omdat het al zo lang geleden gebeurd is: toen Young in 1802 zijn golftheorie van het licht publiceerde, werd hij monddood gemaakt door hevige kritiek. Een vehement criticus redeneerde als volgt: zou onze grote Newton zo dom geweest zijn, dat hij dit niet had kunnen bedenken? Nou dan! Weg ermee. Zo werd Newton gebruikt om het voortschrijden van onze kennis tot stilstand te brengen.

4

Hoe is onze kenniscroei momenteel gestructureerd? Voor bijna 100% analytisch, diepgravend, zich systematisch in specialismen en superspecialismen opdelend. Het synthetisch moment is verdacht. Het is een vigerende opvatting dat het relateren van onze kennis, liefst tot een hecht bouwwerk verkregen is, onmogelijk lijkt. Alleen in de populair-wetenschappelijke of wijsgerige sfeer speelt zich dit syntheseproces nog af, maar dan onder het nodige

voorbehoud. Wat vakmensen zich op dit gebied buiten hun vak permitteren, kan vaak nauwelijks door de beugel. Ik vermeld Bohr met zijn complementariteitsprincipe, Heisenberg met zijn extrapolaties van de onzekerheidsrelatie. Maar hiertegenover staan ook goede voorbeelden, zij het veel minder. In ieder geval is de homo universalis beslist verdwenen. De vraag is echter, of de zaak er wel zo hopeloos voorstaat. In de renaissance was het een ideaal, in de 19e eeuw vindt men nog diverse voorbeelden die dit epitheton mogen dragen (Goethe, Humboldt, Sainte-Beuve, Figuiet). We hebben zulk soort kennis, als waarover deze mensen de beschikking kregen, hard nodig! Niet in het minst om denkmechanismen bloot te leggen, waarvan het reductionisme er slechts één is. Zoals we in de korte schets hebben gezien is het échte reductionisme als traditie totaal versluierd, en bij discussies over dit onderwerp komt in het algemeen slechts een karikaturale representant ervan naar voren. Ons huidig ageren binnen specialismen geeft de betrokkenen hoog uit slechts bevoegdheid op een klein terrein van de totaalkennis. Vergeten we dan niet dat daarbinnen vaak nog 'normal science' beoefend wordt, waarvan Popper verzuchtte, dat het 'no science at all' betrof, daarmee aangevend, dat het creatieve moment, het echte denken, uit de actie verdwenen is. Het is één ding om op je eigen kleine terreintje je vak te beheersen, en heel iets anders om in staat te zijn je positie als wetenschapsman te kunnen overzien en te kunnen relateren aan die van anderen — en daarover kritisch te kunnen reflecteren.

5

Na deze onversneden eulogie op het reductionisme is het tijd om te relativiseren. We hebben vastgesteld dat het reductionisme binnen de wetenschapsbeoefening een vruchtbaar standpunt is, maar het is nu zaak dat we ons als buitenstaanders afvragen waar die groei van onze kennis in dit hoge tempo — mede veroorzaakt door zulke vruchtbare standpunten — nu goed voor is. Laten we deze vraag eens plaatsen in de volgende context: er is momenteel een discussie gaande binnen de formule 1 grand-prix racery: moet het voertuig vier of zes wielen hebben. Binnen de racery wordt deze discussie beslecht doordat vier of zes wielen 'wint'. Maar een buitenstaander kan erbij komen en zich luidop afvragen *waar racen überhaupt goed voor is*. Het betreft hier dan wel een echte buitenstaander, dat is duidelijk. De racery is een mini-universum waarbinnen dit soort vragen buiten de dialoog valt. Bij wetenschapsoefening valt een dergelijke vraag echter binnen het reflectiekader; de vraag is legitiem. Het antwoord erop is bij lange na nog niet te formuleren; de probleemstelling hebben we echter, en we kunnen een begin maken met het onderzoeken van de aspecten van het probleem. Omdat ik

vind dat het tijd wordt dat dit gebeurt, is mijn artikel iets buiten het onderwerp gegroeid, zodat wel en wee van reductionisme ons nu wat beter voor ogen staan in het juiste perspectief.